MEDDELELSE

FRA

DET NORSKE SKOGFORSØKSVESEN

NR. 53
(BIND XVI HEFTE 1)

Reports of
The Norwegian Forest Research Institute

VOLLEBEKK 1959

NSP
RAM
MM

COMMONWEALTH MYCOLOGICAL INSTITUTE
18 AUG 1959

DET NORSKE SKOGFORSØKSVESEN, VOLLEBEKK, NORGE

J. LÅG OG ELIAS MORK

Jordsmonnet i Ulvsjøberget forsøksområde

The Soils of Ulvsjøberget Experimental Area

Innhold.

Forord 5
I. Alminnelig oversikt over feltet 7
II. Berggrunnen 8
III. Værlaget 8
IV. Framgangsmåter ved gjennomføring av undersøkelsene 9
1. Feltarbeidet 9
2. Laboratorieundersøkelsene 12
V. Jordartene 13
VI. Jormonnet 16
1. Innledning 16
2. Oversikt over de utskilte jordsmonntypene 19
A. Jernpodsol 19
B. Jernhumuspodsol 19
C. Humuspodsol 20
D. Sumpjord 24
3. Kjemiske egenskaper hos jordsmonntypene 25
A. Hydroksoniumjonekonsentrasjonen 25
B. Katjoneombyttingskapasitet og mengdeforhold mellom forskjellige ombyttbare joner i jordprofiler 26
C. Innhold av lettoppløselig fosfor og kalium i jordprofiler 27
D. Undersøkelse over sammensetning av humusmaterialet 28
E. Ammoniakk- og nitratproduksjonen 28
F. Jamføring av noen resultater fra forskjellige analysemetoder 30
VII. Utfellinger av sjømalm i Ulvsjøen 31
VIII. Sammendrag 32
IX. Referert litteratur 34
Summary. The Soils of Ulvsjøberget Experimental Area 35
Hovedtabeller 38

Forord.

Arbeidet med denne jordbunnsbeskrivelsen over Ulvsjøberget forsøksområde ble satt i gang for å skaffe sikrere grunnlag for de forstlige undersøkelsene som skal drives på denne eiendommen.

Jordundersøkelsene ble påbegynt sommeren 1944, og det meste av feltarbeidet fullført 1945. På grunn av et uhell ble endel av de innsamlete jordprøvene ødelagt før analyseringen var ferdig. Undersøkelsene kunne derfor ikke fullføres etter sin opprinnelige plan. Det ble seinere samlet inn endel nytt materiale til supplering. Men framstillingen har fått et mindre enhetlig preg enn vi hadde håpet.

Det meste av arbeidet med analysering av jordprøver er utført ved laboratoriet til Det norske Skogforsøksvesen. Til laboratorieundersøkelser og sammenstillinger har vi hatt hjelp av amanuensis Odd Gjems, kjemitekniker Magne Opem, frk. Ågot Røed og fru Gerd Brevig. Reintegningen av kartet er utført av skogsjef Paul Brobakken, og korrelasjonsberegningene av forskningsassistent Eyolf Bjørgung. Under feltarbeidet har vi også hatt teknisk hjelp av personale fra Skogforsøksvesenet.

Utgiftene til disse jordundersøkelsene er dekt av Skogforsøksvesenet.

Til alle dem som har hjulpet oss med undersøkelsene, skal vi få bære fram vår beste takk.

Vollebekk, februar 1959.

J. Låg. *Elias Mork.*

Digitized by the Internet Archive
in 2025

https://archive.org/details/meddelelser-fra-det-norske-skogforsoksvesen_1959_16_1

I. Alminnelig oversikt over feltet.

Ulvsjøberget forsøksområde er en fjellskog i Søre Osen i Trysil herred, Hedmark fylke (g.nr. 83, br.nr. 12). Heile forsøksområdet er oppmålt til 4192 dekar. Det rekker fra Ulvsjøen til øst for fjellet Ulvsjøberget, og har nærmest butt, kileformet utstrekning både i nordlig og i sørlig retning. Høyden over havet oppgis å stige fra 645 m ved Ulvsjøen til 801 m. Et lite areal i nordøst når så vidt under 630 m. Skoggrensa varierer mellom ca. 760 og 795 m. o. h. Bare ca. 247 dekar av heile arealet ligger over skoggrensa.

Skogen ble i 1937 innkjøpt av staten og overdratt til Det norske Skogforsøksvesen som forsøksområde. Den tidligere eier var almenningsbestyrer Ragnvald Slagsvold.

Det ligger flere setrer i disse traktene. En må regne med at det i lang tid er blitt beitet endel i skogen. Ørnessetra som ligger like nord for forsøksområdet, har vært i bruk like til de aller siste årene.

De geografiske koordinatene for toppen av fjellet Ulvsjøberget er 61°11′ nordlig bredde og 1°12′ østlig lengde regnet fra Oslo meridian.

Som kurvene på kartet viser, har den vestlige delen av feltet fall mot Ulvsjøen og Ulvåa. Særlig i sør er helningen relativt jevn over en lengre strekning så landskapet får li-karakter. I den østlige og nordlige delen av forsøksområdet er topografien noe mer oppbrutt.

Skogforsøksvesenet disponerte tidligere som forsøksområde en fjellskogstrekning i Hirkjølen statsalmenning i Ringebu herred, mellom Østerdalen og Gudbrandsdalen (Mork og Heiberg 1937, Semb 1937). Når Ulvsjøberget ble valt som nytt forsøksområde, har det sammenheng med ønskemål om å kunne studere fjellskogproblemer der vekstvilkårene er forholdsvis ugunstige. Mens Hirkjølen ligger i relativt gode fjellskogtrakter, er Ulvsjøberget representativt for store områder med dårlige produksjonsmuligheter.

II. Berggrunnen.

Bergartene i fjellgrunnen hører til sparagmittformasjonen. Over et stort område omkring Ulvsjøberget har SCHIØTZ (1902) tegnet inn på kartet overskøvete bergartmasser som hører til etasje 1 a. Bergartene er oppgitt å være kvartssandstein, grå sparagmitt og rødlig, blålig og grå kvartsitt.

Over den aller største delen av forsøksområdet er berggrunnen dekt av lausmateriale. Men på spredte steder stikker fast fjell fram i dagen (se jordbunnskartet).

Det finnes flere forskjellige bergarter i fjellgrunnen innafor forsøksområdet. Mest alminnelig er en lys, noe presset kvartsitt. Denne bergarten finner en i toppen av fjellet Ulvsjøberget og ellers på de fleste andre stedene der det stikker fram fast fjell. I en liten skjæring i Gørrsildbekken er det en skifrig, foldet bergart som nærmest må karakteriseres som leirskifer. Så vidt en kan se, har denne bergarten meget liten utbredelse. Langs denne bekken finner en ellers dels kvartsitt og dels grålig og rødlig sparagmitt. Disse sparagmitt-typene finnes også på enkelte andre steder i området.

III. Værlaget.

De nærmeste stasjonene der det er blitt utført både temperatur- og nedbørmålinger, er Rena, Elverum og Plassen i Trysil (BIRKELAND 1936, DET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT 1949). Nedbørobservasjoner finnes dessuten f. eks. for Osfallet, Ulvåen, Furuset, Hammeren, Ørbekkedalen, Trysil og Vola. I tabell 1 og 2 er gjengitt tall for temperatur og nedbør ved disse stasjonene. Midlere snødybde for endel stasjoner er tatt med i tabell 3. Videre er sammenstilt i tabell 4 endel andre verdier til karakterisering av klimaet. Humiditetstallet er beregnet på denne måten:

$$\text{Humiditetstall} = \frac{\text{Årsnedbør i mm}}{\text{Årstemperatur i } ^\circ\text{C} + 10}$$

Beregningsmåten for den oseaniske indeksen (KOTOLAINEN 1933) går fram av formelen:

$$\text{Oseanisk indeks} = \frac{(\text{Årsnedbør i dm}) \times (\text{Antall dager med temp. mellom 0 og } + 10^\circ \text{ C})}{\text{Differensen mellom middeltemp. i årets varmeste og kaldeste måned}}$$

Det går fram av sammenstillingen at klimaet i dette distriktet har humid, kontinentalt preg. Etter den inndelingen HESSELMAN (1932) bruker for humiditetstallet, er værlaget ved stasjonen Elverum humid, og ved Plassen og Rena superhumid.

Den oseaniske indeksen ligger lavt fordi det er stor forskjell på årets maksimums- og minimumstemperatur, og fordi det er relativt få døgn med «vår- og høsttemperatur» (temperatur mellom 0 og + 10° C).

Ulvsjøberget forsøksområde har betydelig høyere humiditetstall enn stasjonene i tabell 4. Ved en skjematisk reduksjon av temperaturen med 0,6° C for 100 m stigning, kommer en til at årstemperaturen ligger endel under 0° C. Nedbøren er sannsynligvis noe større i disse høyere traktene enn nede i bygdene, og snødekket må antas å ligge betydelig mer enn 200 dager i året. Men nøyaktige tall for disse klimaegenskapene kan ikke oppgis da det foreløpig mangler målinger.

Om en forsøker å beregne den vannmengden som fordamper fra jordoverflaten (se f. eks. THORNTHWAITE 1948, TAMM 1956), kommer en også til at klimaet i disse traktene har sterkt humid preg.

IV. Framgangsmåter ved gjennomføring av undersøkelsene.

1. *Feltarbeidet.*

Ved oppmåling av skogen i forbindelse med kartlegging av vegetasjonen var det merket av to linjesystemer loddrett mot hverandre med linjeavstand henholdsvis 100 m og 250 m. Pålene i skjæringspunktene mellom linjene var i behold da vi begynte våre jordundersøkelser. Disse merkene var til meget god hjelp for orientering under jordbunnskartleggingen.

Før selve kartleggingsarbeidet begynte, skaffet vi oss oversikt over de alminneligste jordsmonntypene i området. Ved disse foreløpige undersøkelsene viste det seg å være relativt god sammenheng mellom vegetasjon, humusdekke og profilutvikling. Under kartleggingsarbeidet ble grensene mellom områder med forskjellige profiltyper gått opp og tegnet inn. Grensene ble bestemt etter graving og boring i de øverste jordlagene. Det topografiske kartet som ble brukt ved inntegningen av jordsmonngrensene, hadde målestokk 1 : 5 000 og koter med ekvidistanse 10 m. På utvalte steder ble det gravd profilgroper til full dybde, og profilene ble beskrevet nøyaktig. I alt ble det foretatt 80 slike profilbeskrivelser. Fra endel av disse profilene ble det tatt ut prøver til analysering. Prøvene ble tatt fra den mest karakteristiske delen av vedkommende profilsjikt.

Både fordi jorda for det aller meste var tett sammenpakket, steinrik

Tabell 1. Temperaturnormaler i C°, 1861–1920.

	H.o.h. m	Året	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Observa-sjonsår
Plassen	330	1,2	÷10,3	÷ 8,6	÷5,5	0,7	6,5	12,5	13,7	11,8	7,5	1,5	÷4,8	÷10,2	1921–26
Elverum	190	2,6	÷ 9,1	÷7,2	÷3,7	2,1	8,4	14,4	15,5	12,6	8,3	2,8	÷3,6	÷8,9	1869–73
Rena	225	1,8	÷10,9	÷9,0	÷4,8	1,5	7,4	13,2	14,7	12,6	8,1	2,3	÷4,1	÷ 9,4	1873–75 1890–1935

Tabell 2. Nedbørnormaler i mm, 1900–1940.

	m.o.h.	Året	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Obs.år
Plassen	327	708	44	30	32	35	53	67	107	90	64	71	58	57	1901–1923
Trysil	368	706	38	28	30	34	49	65	102	103	72	81	57	47	1895–
Vola	570	642	37	26	32	30	46	60	95	95	63	62	48	48	1902–
Ørbekkedalen	515	796	52	38	43	46	56	70	98	104	75	87	64	63	1896–
Elverum	188	701	44	30	34	36	51	65	98	99	67	71	51	55	1895–
Rena	225	732	48	34	38	44	52	61	93	97	63	78	62	62	1887–
Osfallet	248	589	36	27	25	30	42	53	90	87	51	62	42	44	1921–
Ulvåen	317	641	40	26	25	30	48	64	92	86	56	68	61	45	1895–1906
Furuset	445	627	41	26	30	29	45	56	90	93	55	62	49	51	1895–1926
Hammeren	237	672	42	31	27	35	46	64	96	86	63	68	66	48	1895–1906

Tabell 3. Midlere snødybde i cm i de forskjellige månedene, og antall dager med snødekke i året, 1901–1930.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Antall dager med snødekke
Trysil	44	54	58	32	1	–	–	–	–	1	8	27	179
Vola	51	60	69	55	10	–	–	–	–	3	13	33	193
Ørbekkedalen	48	79	88	64	11	–	–	–	–	2	11	35	182
Elverum	43	51	52	21	–	–	–	–	–	1	7	25	141
Osfallet	38	45	45	17	–	–	–	–	–	1	5	19	155
Ulvåen	33	47	48	24	1	–	–	–	–	1	6	24	163
Furuset	39	54	60	37	3	–	–	–	–	1	9	28	170
Hammeren	30	44	46	19	4	–	–	–	–	1	6	22	156

Tabell 4. Talluttrykk for klimaets humiditet, oseanitet, m. m.

	Humiditets-tall	Oseanisk indeks	Antall dager med temp. under 0° C	Antall dager med temp. over 10° C	Relativ luftfuktighet %	Antall dager med nedbør ≦ 0,1 mm
Plassen	63	–	–	–	–	161
Elverum	56	–	–	–	–	153
Rena	62	30	163	97	79	144

morénejord, og fordi det var mye aurhelle, ble oppgravingen av profilgropene ekstra arbeidskrevende. I de fleste tilfellene var det nødvendig å bruke stålspett for å komme igjennom utfellingslaget og ned til C-sjiktet.

Det meste av kartleggingsarbeidet ble utført somrene 1944 og 1945. Men endel av de prøvene som da ble samlet inn til analysering, ble ødelagt undre lagring før analysearbeidet var ferdig. Det måtte derfor samles inn nye prøver seinere. I noen tilfelle fant vi ikke igjen de stedene der de første profilbeskrivelsene var tatt. De nye profilprøvene ble da merket med et lite bokstav (b,c) i tillegg til den ordinære nummereringen.

Både feltarbeidet og laboratorieundersøkelsene ble altså påbegynt for lang tid tilbake. Hvis undersøkelsene hadde vært startet nå, ville det i enkelte tilfelle ha vært aktuelt å bruke noe endret metodikk.

2. *Laboratorieundersøkelsene.*

Det ble utført bestemmelse av pH, ombyttbare katjoner, «basemetningsgrad», organisk og uorganisk fosfor, glødetap, innhold av viktige stoffer i asken, kvelstoffinnhold, kullstoffinnhold, mekanisk sammensetning, basemineralindeks, laktattall og M-tall i endel innsamlete jordprøver. Noen få humusprøver ble lagret i termostat for bestemmelse av ammoniakk- og nitratproduksjonen. Volumvekta ble bestemt for noen torvprøver.

Ved pH-bestemmelsene ble for mineraljorda brukt vektforholdet 1 : 2,5 mellom jord og vann. For humusprøvene ble væskemengden øket (5 g jord og 35 ml vann for råhumus, 3 g jord og 35 ml vann for torv). Endel pH-bestemmelser ble utført i 1-normal kaliumklorid. Det ble brukt glasselektrode for måling av pH. For undersøkelse av pufferevnen ble det gjort noen pH-målinger etter syre- og luttilsetning.

Den mekaniske sammensetningen er bestemt med kombinasjon av siktning, Atterberg-metode og pipettemetode (LÅG 1948). Basemineralindeksen er bestemt etter TAMM (1934).

Organisk bundet fosfor er bestemt som differens etter en metode utarbeidd av DAMSGAARD-SØRENSEN (1946).

Lettoppløselig fosfor og kalium er bestemt som laktattall og M-tall etter metoder av Egnér (EGNÉR, KÖHLER und NYDAHL 1938, EGNÉR 1940).

Kullstoffinnholdet er bestemt ved oksydasjon av det organiske materialet og oppsamling av kulldioksydet i oppløsning av bariumhydroksyd.

Totalinnholdet av kvelstoff er bestemt etter Kjeldahls metode i semimikroapparat. Nitratinnholdet er bestemt etter difenylamin-metoden, og ammoniakkinnholdet etter alminnelig destillasjon med magnesiumoksyd. Jordprøvene ble ekstrahert med en blanding av saltsyre og 2-normal kaliumklorid, med pH omkring 1.

For bestemmelse av ombyttbare katjoner og basemetningsgrad ble jorda ekstrahert med 1-normal ammoniumacetat med pH 7. Den frigjorte mengden av hydroksoniumjoner ble bestemt ved titrering med lut. Kalium og natrium ble bestemt i flammefotometer, og kalsium, magnesium og mangan ved kompleksometrisk titrering. Amanuensis Gjems vil seinere offentliggjøre detaljer for denne titreringsmetodikken.

Sammensetning av askebestanddeler i de organiske jordprøvene er dels bestemt etter ordinær glødning, og dels etter oppslutning med en blanding av perklorsyre og salpetersyre. Etter glødning ble det først foretatt avryking av asken i ca. 6-normal saltsyre. Deretter ble asken ekstrahert i 1-normal saltsyre.

V. Jordartene.

Det meste av lausmaterialet i Ulvsjøberget forsøksområde er morénejord. Over morénejorda ligger det på enkelte steder sedimentært materiale, og i de større forsenkningene er det torvjord i overflaten. Tendensen til torvdannelse er så framtredende at torvjord og tykke lag av råhumus i utpreget grad jevner til mineraljordas overflateformer.

Tallmessige uttrykk for bergartssammensetningen i morénejorda har vi skaffet oss ved steintellinger. Det er brukt den metodikk som er beskrevet av Låg (1948). Resultatet fra 6 steintellinger på forskjellige steder i skråningen øst for Ulvsjøen er gjengitt i tabell 5.

Tabell 5. Sammenstilling av prosenttallene fra 6 steintellinger øst for Ulvsjøen. A ± m.

Grå sparagmitt	50 ± 1,9
Rød sparagmitt	26 ± 1,9
Kvartsitt	14 ± 2,2
Konglomerat	3 ± 0,4
Laus, rødlig sandstein	2 ± 0,7
Presset granitt	1 ± 0,4
Leirbergart med kvartsårer	4 ± 1,0

Som sammenstillingen viser, er det sparagmittbergartene som dominerer fullstendig i steinfraksjonen i morénematerialet. Tilsammen utgjør grå og rød sparagmitt $^3/_4$ av alle steinene, og det er små variasjoner i mengden av disse to bergartene. Med tanke på ernæringsforholdene for plantene må leirbergarten sies å være den beste av de bergartene som forekommer i morénejorda her. Men variasjonen i mengden av denne bergarten er forholdsvis stor.

Morénejorda har relativt grovkornet mekanisk sammensetning. Stort sett er det forholdsvis små variasjoner i sammensetningen av materialet,

mindre enn 2 mm. Som tabell 6 viser, er det i regelen fraksjonen 0,6–0,2 mm som er best representert. Med unntak av 2 prøver, svinger leirinnholdet mellom 1 og 4 %. Etter den alminnelige inndelingsskalaen kommer altså prøvene i gruppene leirfri og leirfattig jord. I tallene for leirfraksjonen er ikke tatt med utfellbare seskvioksyder.

Tabell 6. Mekanisk sammensetning av jordprøver.

Profil nr.	Sjikt, dybde	% av materialet <2 mm						
		2,0–0,6 mm	0,6–0,2 mm	0,2–0,06 mm	0,06–0,02 mm	0,02–0,006 mm	0,006–0,002 mm	<0,002 mm
8	A_2	20,5	49,2	8,9	12,7	5.7	1,0	2,0
	C 90 cm	16,2	35,0	25,5	11,6	7,3	3,3	1,1
9	A_2	10,7	39,2	23,0	13,4	9,1	3,1	1,5
	C 90 cm	18,2	36,5	21,8	10,6	8,2	3,1	1,6
16	A_2	9,3	57,0	22,4	6,3	3,1	0,8	1,1
18	C 90 cm	20,1	29,9	24,0	10,8	8,2	5,0	2,0
20	A_2	20,5	49,2	8,9	12,7	5,7	1,0	2,0
	C 85 cm	19,4	36,8	25,2	9,7	6,8	0,7	1,4
22	A_2	16,1	52,3	16,6	7,6	5,0	1,4	1,0
	C 75 cm	15,0	29,5	24,3	14,7	10,1	3,8	2,6
23	A_2	4,4	25,1	31,9	27,3	7,1	1,7	2,5
	C 65 cm	22,5	26,5	24,5	17,2	6,5	1,5	1,3
34	A_2	8,9	33,0	26,3	13,6	10,9	3,4	3.9
	C 65 cm	10,9	31,4	24,7	16,4	10,0	4,1	2,5
35	A_2	20,0	36,4	21,2	16,3	2,9	0,7	2,5
	C 80 cm	8,9	38,6	30,5	15,1	4,8	0,6	1,5
36	A_2	20,6	47,4	18,2	9,1	3,3	0,8	0,6
	C 75 cm	15,9	34,7	22,5	12,1	9,1	3,5	2,2
40	A_2	11,6	38,2	22,6	15,0	7,9	1,6	3,1
	C 75 cm	8,2	34,0	32,9	16,5	4,2	1,1	3,1
47	A_2	9,4	38,0	25,0	14,9	8,7	1,3	2,7
	C 70 cm	11,3	31,7	28,4	12,3	9,3	3,8	3,2
48	A_2	9,3	34,0	22,3	17,1	10,5	3,5	3,3
	C 65 cm	11,9	31,6	25,4	13,5	9,1	3,4	5,1
50	C 95 cm	17,4	41,2	20,6	11,2	4,6	2,9	2,1
58	A_2	14,1	44,3	21,4	11,0	5,4	2,0	1,8
	C 80 cm	13,8	34,0	23,9	14,1	9,2	2,8	2,2
59	A_2	12,2	42,3	22,0	13,4	6,7	1,6	1,8
	C 80 cm	12,1	37,0	23,4	13,3	8,9	2,8	2,5
60	A_2	13,6	37,3	24,0	14,6	6,8	1,4	2,2
	C 80 cm	15,9	38,5	21,9	11,7	6,5	3,0	2,5
67	A_2	21,8	54,1	15,9	1,9	3,6	0,9	1,8
	C 80 cm	16,3	36,9	23,8	7,8	9,1	2,5	3,6

Variasjonen er mye større for det grovere materialet. Grusinnholdet i de analyserte prøvene er i alminnelighet av størrelsesorden 25–30 %, men til dels med store forskjeller. De innsamlete prøvene var ellers i de fleste tilfellene for små til å gi grunnlag for sikre bestemmelser av grusfraksjonen.

Vi har prøvd å angi mengden av steiner i den jorda som er gravd opp fra profilgropene. Steininnholdet er bedømt skjønnsmessig. Det er forsøkt

å vurdere hvor stort volum en haug av utsorterte steiner ville utgjøre i forhold til heile jordmassen. Hvis f. eks. volumet av steinmassen i løst mål er 50 l og den oppgravde gropa i mineraljorda er 200 l, settes steininnholdet til 25 %. Humusdekket er altså ikke tatt med i dette regnestykket. I enkelte tilfelle er det foretatt målinger for å få holdepunkter for skjønnet. Det må regnes med muligheter for store feil ved disse skjønnsmessige bestemmelsene.

I tabell 7 er stilt sammen tallene for steininnholdet i de profilene som er undersøkt med hensyn til denne egenskapen. De to profilene uten steininnhold i mineraljorda er tatt i sedimentær sandjord. Som en ser, er mer enn halvparten av profilene bedømt til å ha et steininnhold på 20 - 30 %.

Tabell 7. Volumprosent steiner i mineraljorda.

	Volumprosent steiner (løst mål).											
	0 %	5 %	10 %	15 %	20 %	25 %	30 %	35 %	40 %	45 %	50 %	60 %
Antall profiler.....	2	1	5	7	18	17	11	4	2	1	3	1

Det er nøye sammenheng mellom variasjon i innhold av steiner (2–20 cm) og av blokker (over 20 cm). Men fordi vi ikke har gravd opp store jordmengder, har vi ikke kunnet skaffe tall til karakterisering av blokkinnholdet. Jamført med steininnholdet er i alminnelighet ikke mengden av blokker særlig stor i denne jorda.

Selv om det er atskillig variasjon i den mekaniske sammensetningen av morénejorda, har vi ikke funnet å ville prøve å skille ut områder med bestemt tekstur.

Det meste av morénejorda kan altså karakteriseres som leirfri til leirfattig, stein- og grusrik middels fin sand.

Den sedimentære jorda har liten utbredelse. Bare på to steder (ved profil 23 og sør for profil 65) er det så store arealer av vannsedimenter i overflaten at de er blitt merket av på kartet. Ellers er det et lite areal ved profil 33. Men under torvjord i forsenkningene er det sikkert mye sedimentært materiale.

De to sedimentavleiringene som er avmerket på kartet, må være dannet ved isavsmeltinga. Avleiringene ligger som deltalignende terrasser, men er på en tilsynelatende umotivert måte avgrenset utover. Forklaringen må være at materialet er bunnfelt i små sjøer som er demt opp mellom iskanten og den bare skråningen ovafor. Ved smeltinga av isbreen må altså de høyeste partiene i landskapet først ha blitt isfrie. Dette bildet av isavsmeltinga stemmer godt med det en har av avsmeltingsfor-

løpet i andre høytliggende trakter i Østerdalen (se f. eks. litteraturoversikt hos HOLTEDAHL 1953).

Mekanisk analyse av prøver fra profil 23 er tatt med i tabell 6. Sandinnholdet dominerer, og i C-sjiktet er det påfallende jevn fordeling på de 4 sandfraksjonene. Avleiringen sør for profil 65 har mer grovkornet materiale.

På enkelte steder opp mot toppen av Ulvsjøberget er det funnet antydninger til spylerenner, – altså forsenkninger gravd ut av vann som har rent langs kanten av den smeltende ismassen. Men det er ellers lite å se av slike merker i dette området. Som årsak kan nevnes at det her er relativt små sammenhengende skråninger som vannet ble samlet opp fra. Men dessuten må en merke seg at vannet har hatt forholdsvis vanskelig for å grave i det steinrike morénematerialet, og at det tykke humuslaget vi finner nå, har lett for å dekke over små ujevnheter.

Det finnes også glacifluvialt materiale av en annen karakter. På noen få steder har vi funnet små breelvavleiringer. F. eks. er profil 16 tatt i en rygg som sannsynligvis er en åsdannelse. Enkelte andre steder ved Ulvsjøen og Ulvåa stikker det også opp små åsformete rygger. Men arealet som er dekt av slike avleiringer, er selvfølgelig lite.

Størsteparten av torvjorda er lite omdannet. *Sphagnum*-rester dominerer i mye av torvmassene. Fordi det foreløpig ikke vil komme på tale å utnytte i nevneverdig utstrekning slike myrarealer i skogbruket, har vi ikke lagt mye arbeid på undersøkelse av torvjorda.

VI. Jordsmonnet.

1. *Innledning.*

Egenskapene til jordsmonnet er bestemt av værlaget, de levende organismene, mineralmaterialet, topografien og tidsrommet for jordsmonndannelsen.

To viktige grupper av jordsmonndannende faktorer, klimaet og mineralmaterialet, er omtalt foran. Vegetasjonen i Ulvsjøberget forsøksområde blir drøftet i et særskilt arbeid (MORK og LÅG [1959]). Hovedtrekkene i topografien går fram av kurvene på kartet. Det er ellers generelt sett et småkupert morénelandskap. Tidsrommet for jordsmonndannelsen strekker seg bakover til avslutningen av istida.

Som nevnt har værlaget utpreget humid karakter, og gir altså grunnlag for sterk utvasking av jordsmonnet. Temperaturen er lav, og humusomdannelsen må derfor gå relativt langsomt. Mineraljorda er grovkornet og rik på kvarts og kaliumfeltspat. Innholdet av lett forvitrelige mineraler er lite. Tallene i tabell 8 viser at basemineralindeksen for de 21 undersøkte

Fig. 1. Glissen furuskog på humuspodsol-jordsmonn.

prøvene av undergrunnsjord ligger mellom 4,9 og 8,6. Gjennomsnittstallet for undergrunnsprøvene er 6,5 $\pm$ 0,26. Vegetasjonen på fastmarksjorda er stort sett barskog med lyng og nøysomme mosearter.

Både klimaet, mineralmaterialet og vegetasjonen skulle etter dette gi vilkår for podsolering. Som jordbunnskartet viser, har vi ikke funnet brunjord innafor heile dette området. Podsoleringstendensen har vært så sterk at det er blitt utviklet tydelig bleikjordsjikt selv i de bratteste skråningene. Det finnes eksempler på podsolprofiler i skråninger med fall 1 : 2. En kunne kanskje tenke seg at der det var vannsig i jordsmonnet parallelt med overflaten, måtte det være utviklet brunjord. Men på grunn av det kalde værlaget og det lave næringsinnholdet i mineraljorda er det en utpreget tendens til humusopphoping og torvdannelse. Det vil altså her lett bli utviklet sumpjord på lokaliteter som kunne ha gitt brunjordsmonn i mindre høyde over havet og i næringsrikere mineralmateriale. En får altså også der det er vannsig parallelt med jordover-

flaten direkte overgang fra podsol til sumpjord, men som regel finner en da relativt gunstige humustyper.

Bleikjorddannelsen har som alminnelig ført til en sterk senkning av basemineralindeksen. Tallene varierer mellom 0,6 og 2,6. I gjennomsnitt for de 21 profilene som er nevnt foran, er basemineralindeksen for bleikjordprøvene 1,2 $\pm$ 0,04.

I prøvene fra utfellingslaget varierer basemineralindeksen sterkt. Prøver som er tatt ut høyt oppe i B-sjiktet, viser i alminnelighet lave tall. I ett profil er basemineralindeksen like lav i B_1 som i A_2-sjiktet. Prøver fra større dybde i utfellingslaget har til dels like høye tall som undergrunnsprøvene.

Tabell 8. Basemineralindeks i podsolprofiler.

Profil nr.	Sjikt	Basemineralindeks	Profil nr.	Sjikt	Basemineralindeks
15	A_2	0,7	29	A_2	1,1
15	B_1	1,6	29	B	5,5
15	B_2	5,7	29	C	6,1
15	C	5,1			
			35	A_2	0,7
16b	A_2	1,0	35	B	5,9
16b	B	5,9	35	C	5,2
16b	C	4,9			
			43	A_2	1,2
17	A_2	0,7	43	B_1	1,2
17	B_1	1,5	43	B_2	5,8
17	B_2	6,3	43	C	6,9
17	C	5,2			
			44b	A_2	0,8
18	A_2	0,9	44b	B	4,0
18	B	3,5	44b	C	7,2
18	C	5,8			
			48	A_2	1,5
20	A_2	0,9	48	C	7,1
20	C	4,9			
			56	A_2	1,5
23	A_2	1,9	56	B_1	3,0
23	C	6,8	56	B_2	7,0
			56	C	7,5
26	A_2	1,0			
26	B	4,1	59	A_2	0,8
26	C	6,0	59	B	7,1
			59	C	8,2
27b	A_2	0,6			
27b	B	4,6	60	A_2	1,8
27b	C	5,1	60	C	7,5
			64	A_2	2,6
28	A_2	1,4	64	C	8,3
28	B	6,1			
28	C	7,8	67	A_2	2,3
			67	C	7,0
28b	A_2	0,9			
28b	B	3,6	79	A_2	1,4
28b	C	6,0	79	C	8,6

Det er skilt ut 4 forskjellige podsoltyper og 2 sumpjordtyper i forsøksområdet. De enkelte profiltypene blir omtalt nærmere seinere. Fordelingen av profiltypene på det 4192 dekars arealet går fram av tabell 9.

Tabell 9. Arealfordeling av jordsmonntyper.

	Av totalarealet
Jernpodsol	0,03 %
Jernhumuspodsol	11,55 %
Humuspodsol med råhumus	47,59 %
Humuspodsol med torv	12,78 %
Sumpjord med sterkt humifisert torv	4,72 %
Sumpjord med svakere humifisert torv	22,94 %
Vann	0,39 %
	100,00 %

I hovedtabellene er det brukt forkortelsene Jp, Jhp, Hpr og Hpt for henholdsvis jernpodsol, jernhumuspodsol, humuspodsol med råhumus og humuspodsol med torv.

2. *Oversikt over de utskilte jordsmonntypene.*

A. Jernpodsol.

Bare de to profilene 16 og 23 er beskrevet som jernpodsol. Heller ikke disse to profilene kan sies å være typiske som jernpodsol. Men vi fant det riktigst å plasere dem i denne gruppen. Arealene denne profiltypen dekker, er så små at det er vanskelig å få dem avsatt på et kart i den målestokken som er brukt her. I begge tilfellene er profilene utviklet i sedimentær sand som er forholdsvis lett gjennomtrengelig for vann. Vegetasjonen hører henholdsvis til *Calluna*- og *Myrtillus*-typen.

Råhumuslaget i profil 16 er 6–8 cm og i 23 bare 2–4 cm tykt. A_2-sjiktet er lysere, og B-sjiktet mer intenst brunfarget enn i de øvrige podsolprofilene. Men utfellingslaget har også her enkelte grålige sjatteringer på grunn av humusinnblanding. Tykkelsen av bleikjordlaget ligger i de to profilene på 16 og 14 cm, men gjennomsnittstykkelsen i de to områdene er sannsynligvis noe mindre. Dybden til C-laget er 80 og 65 cm.

I begge profilene er det jernaurhelle.

Endel analysetall for kjemiske egenskaper er gjengitt i hovedtabell 1.

B. Jernhumuspodsol.

I alt er det beskrevet 30 profiler av jernhumuspodsol.

Råhumusdekket er i denne profiltypen relativt tynt og sterkt sammenfiltet. Den gjennomsnittlige tykkelsen for de undersøkte profilene er 5 cm, med variasjon fra 3 til 12 cm.

Middeltykkelsen av bleikjordsjiktet er 16 cm, med variasjon mellom 9 og 27 cm. Fargen på bleikjorda er i alminnelighet noe mørkere i jern-

humuspodsol enn i jernpodsol. En finner ofte i fuktige prøver av jernhumuspodsol bleikjordfarge som tilsvarer 10 YR 5/1 i Munsells fargeskala. Ved tørking lysner oftest fargen en eller to grader og ved glødning blir den i alminnelighet enda en grad lysere. Dessuten kommer den rødlige fargen gjerne litt sterkere fram etter glødning. Glødet bleikjord har ofte farge som svarer til 7,5 YR 7/1.

Utfellingslaget har sterkt vekslende oppbygning, men har alltid øverst et mørkt sjikt med stort humusinnhold. Tykkelsen av dette B_1-laget varierer sterkt. Ofte er tykkelsen omkring 5 cm, men det er notert sjikttykkelser på ned til 1 cm og opp til 10 cm. I alminnelighet er det også gråfargete gårer dypere nedover. De dypere delene av utfellingslaget har mer utpreget rustfarge. Det er sjelden en finner skarp grense mellom de to delene av utfellingslaget.

B_2-sjiktet har lysere og mer intens farge enn B_1-sjiktet. Fargen i fuktig tilstand kan f. eks. være 5 YR 2/2 i B_1 og 5 YR 4/6 i B_2. I de få prøvene som er glødet, finner en også sterkest farge i B_2, mens fargen etter glødning i alminnelighet er lysest i B_1. Som eksempel kan nevnes 5 YR 8/3 i glødet prøve fra B_1-sjiktet, og 5 YR 6/6 i tilsvarende prøve fra B_2-sjiktet. Denne fargeforskjellen antyder at den kjemiske forvitringen har vært sterkere og utfellingen av jernrike kolloider mindre i B_1- enn i B_2-laget.

I 18 av de 30 undersøkte profilene er det notert aurhelle. 14 av profilene hadde aurhelle både i humusutfellingslaget og i rustjordlaget. Ofte hadde aurhellesjiktet en tykkelse på omkring 25 cm. I ett av profilene var det aurhelle bare i B_1-sjiktet og i 3 bare i B_2-sjiktet.

Undergrunnsfarge på jorda når en ofte i en dybde på 60–70 cm. I ett profil var avstanden fra overflaten bare 50 cm, og i et annet var en ved 85 cm enda ikke kommet helt ned på jord med typisk undergrunnsfarge. Fargen på C-sjiktet er i fuktig tilstand ofte grålig eller brunlig. I lufttørr tilstand har undergrunnsjorda i alminnelighet en farge som svarer til 10 YR 8/2 (kvit) eller 10 YR 7/3 (meget bleikt brun).

Jernhumuspodsol finner en særlig der det er blåbærris i bunnvegetasjonen.

C. Humuspodsol.

Humuspodsolprofilene er delt i to grupper etter hvorvidt det øverste laget har preg av råhumus eller torv. Det er i første rekke mengden av *Sphagnum*-rester i humusdekket vi har tatt hensyn til når vi har skilt mellom de to typene.

Humuspodsol med råhumus er den ordinære typen. Råhumuslaget er noe tykkere enn i jernhumuspodsol. I gjennomsnitt for 33 profiler er den 9 cm, med variasjon mellom 3 og 20 cm. Råhumusdekket er som

Fig. 2. Humuspodsol med råhumus.

regel mindre sammenfiltet enn i jernhumuspodsol. Det finnes ikke store mengder gjenkjennelige *Sphagnum*-rester i denne humusen. Ved en enkel inndeling av råhumusen etter strukturegenskapene i 1) fibrøs, 2) fettlignende og 3) smuldrende, kommer mye av råhumusen i jernhumuspodsol i første gruppe, og mye av råhumusen i humuspodsol i gruppe 2. Typisk smuldrende råhumus er ikke representert i nevneverdig grad i dette området. I råhumuslaget i humuspodsolprofilene kan en til dels skille ut et fibrøst sjikt øverst og deretter et forholdsvis tykt fettlignende sjikt. En kan i slike tilfelle gjennomføre inndelingen i formoldingssjikt og humusemnesjikt. Det humusimpregnerte, aller øverste sjiktet av mineraljorda er som regel meget tynt. Der røsslyng dominerer i bunnvegetasjonen, har råhumuslaget ofte en brunaktig fargetone og i fuktig tilstand en relativt blaut konsistens.

Gjennomsnittstykkelsen for bleikjordsjiktet i de 33 profilene med humuspodsol med råhumus er 16 cm, med variasjon mellom 9 og 37 cm.

Fig. 3. Rygger av humus, langs sterkeste fall.

Fargen har i alminnelighet litt mørkere grålig tone enn i de foregående profilene. Fuktig materiale har ofte farge som svarer til 10 YR 4/1 eller 10 YR 5/2.

Heile B-laget er preget av utfelte humusstoffer. I 20 av de 33 profilene er det påvist aurhelle. Det er notert at aurhelledannelsene i flere tilfelle er forholdsvis lause. Avstanden fra overflaten ned mot tilsynelatende uforvitret undergrunn er omtrent som for jernhumuspodsol. Fargen i utfellingslaget kan ofte karakteriseres som mørkt brun (7,5 YR 4/4).

Humuspodsol med torv har et tykkere humuslag enn foregående type. Gjennomsnittstykkelsen for de 8 beskrevne profilene er 21 cm. Men de tykkeste humussjiktene, altså i profiler på overgangen mot sumpjord, kommer opp i 30–35 cm. I noen tilfelle er det funnet bleikjorddannelse under humussjikt på 35–40 cm. Slike profiler er ikke tatt med i detaljbeskrivelsene fordi de ikke ble ansett som karakteristiske eksempler på typen. Betydelige mengder av *Sphagnum*-rester er kjennetegn for humustypen.

Bleikjordlaget under det torvaktige sjiktet har en grålig farge som til dels er enda mørkere enn i foregående profiltype. Den gjennomsnittlige tykkelsen i de 8 profilene er 15 cm. Men overgangsformene mot sumpjord har tynnere bleikjordlag.

Fig. 4. Snitt gjennom en humusrygg.

Utfellingslaget er mindre klart utviklet enn i de andre podsolprofilene. På overgangen mot sumpjord mangler utfellingslaget (jfr. Tamm 1931). Bare 2 av de 8 profilene har aurhelle, og for ett av disse er det notert at aurhellen bare forekommer i lause klumper.

På jordsmonn av typen humuspodsol med torv finnes det i alminnelighet en vegetasjon med relativt mye *Sphagnum* i bunnsjiktet. Ofte kan skogen betegnes som sumpskog. Vegetasjonen på humuspodsol med råhumus har som regel et noe mindre fuktighetselskende preg. Men også her finner en ofte *Sphagnum*-flekker. Røsslyngvegetasjon hører ofte sammen med denne jordsmonntypen.

Det ble utført noen enkle målinger av grunnvannsnivået i forskjellige jordsmonntyper. Tallmaterialet er så ufullstendig at vi ikke skal presentere det her. Men undersøkelsene viste f. eks. at det kan utvikles humuspodsol med råhumus selv om grunnvannet står lavt.

På noen steder i nordskråninger nær opp mot skoggrensa opptrer det eiendommelige ryggformete humusopphopninger (se fig. 3 og 4). Ryggene følger sterkeste fall. Det ser ut til at disse humusryggene må ha eksistert i lang tid. På endel steder finner en tykkere bleikjordsjikt under forsenkningene enn under ryggene.

Det ligger nær å tenke seg at det under kjøligere klimaforhold kan

være bygd opp et særlig tykt humusdekke i disse nordskråningene. I en utviklingsfase kan erosjonen muligens ha skåret furer i humusdekket, og seinere finner kanskje plantene seg bedre til rette oppå disse «drillryggene» enn ellers.

Det er usikkert om dette er den riktige forklaringen på dannelsen av disse egenartete ryggene. Men vi har ikke hittil kunnet finne noen annen, bedre forklaringsmåte.

D. Sumpjord.

I sumpjordprofilene er tykkelsen av humussjiktet som regel minst 30–35 cm. Grensa mellom podsol og sumpjord ligger altså her ved litt større tykkelse av humuslaget enn det en hittil har regnet som alminnelig. En rimelig forklaring på forekomst av podsolprofiler med meget tykke humuslag synes å være at det kan ha foregått utvasking og dannelse av bleikjord i tidligere tidsrom på steder der det nå ikke foregår podsolering. Jordsmonnutviklingen kan i tidens løp ha ført til dannelse av lite gjennomtrengelig sjikt som har hindret framtidig utvasking (jfr. LÅG and EINEVOLL 1954).

Ved kartlegginga ble det skilt mellom sumpjord med sterkt humifisert og sumpjord med svakere humifisert torv. Mye av torvjorda i den siste gruppen har humifiseringsgrad på omkring 4 etter von Posts 10-delte

Fig. 5. Myr med strengformete tuepartier, loddrett på sterkeste fall. Utsikt mot toppen av fjellet Ulvsjøberget.

skala, og omdannelsesgraden ligger altså noe høyere for den første gruppen. I de tilfellene en har å gjøre med dype torvavleiringer, er det bare tatt hensyn til forskjeller i de øverste lagene.

Sterk omdannelse av det organiske materialet i overflaten finner en mange steder i myrkantene der det går vannsig utover fra fastmarksjorda. På enkelte steder, f. eks. ned for profil 30, nærmer det organiske materialet seg myrmold.

Volumvekta er bestemt i 18 prøver fra det øverste 20 cm torvlaget. Det er tatt 6 prøver fra hver av de 3 vegetasjonstypene *Vaccinium*-sumpskog, *Scirpus*-myr og *Eriophorum*-myr. Den gjennomsnittlige volumvekta er for prøvene fra de 3 typene henholdsvis 132 g, 127 g og 117 g tørrstoff pr. l rå torv med naturlig struktur. Men det er store variasjoner innafor hver av gruppene. Tall for kjemisk sammensetning av de samme torvprøvene er gjengitt i hoveddtabell 2.

De forskjellige plantesamfunnene på sumpjorda er drøftet nærmere under behandlingen av vegetasjonen i forsøksområdet.

Det er tydelige forskjeller mellom utskilte profiltyper med hensyn til produksjonsevne. Men da vi foreløpig mangler tilstrekkelig pålitelig bonitering av skogen, kan vi ikke få framstilt tallmessig relasjonene mellom jordsmonntype og produksjonsevne.

3. *Kjemiske egenskaper hos jordsmonntypene.*

A. Hydroksoniumjonekonsentrasjonen.

Endel resultater av pH-målinger er gjengitt i hovedtabellene. pH i råhumussjiktet, målt i vannsuspensjon, svinger mellom 3,07 og 3,56. Nedover i mineraljorda stiger som vanlig pH. Men i heile det foreliggende tallmaterialet kommer de høyeste pH-verdiene bare så vidt over 5,5. Selv av undergrunnsprøvene har nesten halvparten lavere pH enn 5,0. I mange av profilene er vi altså ikke nådd ned til virkelig uforvitret undergrunnsjord.

Tidligere er det ikke her i Norge publisert så lave pH-tall for serier av profiler. Det er i noen tilfelle påvist sur sulfatjord med ekstra lav pH (se f. eks. Låg 1945). Svovelsyreutvikling er i slike høve årsak til den sterkt sure reaksjon. I enkelte tilfelle er det også oppgitt så lave pH-tall som 3,1 i organisk materiale i overflatesjiktene (Thurmann-Moe 1932, s. 52, Nordhagen 1943, s. 93) uten at det er forklart noe som tyder på dannelse av sur sulfatjord. Men det må sies å være bare i spredte særtilfelle det er funnet lavere pH-verdier enn 3,4–3,5. Fra Sverige foreligger eksempler på meget lave pH-verdier for skogshumus (se f. eks. Hesselman 1937).

Det foreligger selvfølgelig mulighet for feil ved bestemmelse av pH. Men det er i dette tilfelle utført kontrollbestemmelse. Endel analysetall

for prøver innsamlet på et annet tidspunkt viser også bra overensstemmelse med tallene som er gjengitt i hovedtabellen. Det er derfor ikke grunn til å tro at andre bestemmelser etter den brukte metodikken ville gi særlig avvikende resultater.

De pH-målingene som er utført i suspensjoner med 1-normal kaliumklorid, viser betydelig lavere verdier enn målingene i vannsuspensjoner. Særlig er frigjøringen av hydroksoniumjoner fra humusprøvene stor i kaliumklorid-oppløsningen.

I noen prøver ble det utført pH-målinger etter syre- og luttilsetning. Da materialet er ufullstendig, skal vi ikke ta det med i denne framstillingen. Men det kan nevnes at råhumusprøvene viste, som ventet, meget stor pufferevne overfor luttilsetning.

B. Katjoneombyttingskapasitet og mengdeforhold mellom forskjellige ombyttbare joner i jordprofiler.

Som hovedtabell 1 viser, varierer katjoneombyttingskapasiteten for humussjiktet fra vel 100 til vel 150 m. e. pr. 100 g tørrstoff. For de 15 podsolprofilene med prøver fra alle sjikt er den gjennomsnittlige katjoneombyttingskapasiteten i humuslaget 126,0 $\pm$ 3,3 m. e. For prøvene fra bleikjordsjiktet er joneombyttingskapasiteten i gjennomsnitt 3,4 $\pm$ 0,4 m. e. pr. 100 g. I utfellingslaget varierer katjoneombyttingskapasiteten sterkt. Med stort humusinnhold følger stor joneombyttingskapasitet. Når en for profilene i jernhumuspodsol regner med midlet mellom B_1- og B_2-prøvene, blir gjennomsnittstallet for utfellingslaget 10,9 $\pm$ 1,5 m. e. pr. 100 g. I undergrunnen er katjoneombyttingskapasiteten av noenlunde samme størrelsesorden som i bleikjorda. Gjennomsnittstallet er her 3,2 $\pm$ 0,7 m. e.

Som ventet ligger den såkalte basemetningsgraden i podsolprofilene meget lavt. For de samme 15 profilene er basemetningsgraden for humusprøvene 11,9 $\pm$ 0,7 %, for bleikjordprøvene 22,8 $\pm$ 3,1 %, for prøvene fra utfellingssjiktet 8,4 $\pm$ 1,0 %, og for undergrunnsprøvene 25,6 $\pm$ 4,9 %. Det virker påfallende med den lave metningsgraden for prøvene fra C-sjiktet. Men pH ligger jo også som nevnt gjennomgående lavt i disse prøvene. Basemetningsgraden i bleikjordsjiktet ligger forholdsvis høyt. Dette har sannsynligvis sammenheng med at acidoidinnholdet er lite i bleikjorda jamført med humus- og utfellingslaget. En må ellers være merksam på at med så lav katjoneombyttingskapasitet som i bleikjord og undergrunnsjord, kan analysefeil komme til å få forholdsvis stor innflytelse på tallet for metningsgraden.

Den store joneombyttingskapasiteten og den lave basemetningsgraden i humussjiktet viser at det her er meget stor absorpsjonsevne over-

for metallkatjoner. Humusdekket er, som nevnt, i alminnelighet tykt. F. eks. ved brenning av bunnvegetasjon og hogstavfall vil store mengder av frigjorte næringsstoffer kunne bindes i humussjiktet.

De forskjellige profilsjiktene viser også ulikheter med omsyn til mengdeforholdet mellom de forskjellige ombyttbare metallkatjoner. Av sammenstillingen i tabell 10 går det fram at det relative kalsiuminnholdet er størst i humussjiktet og minst i utfellingslaget. For magnesium er forholdet omvendt. Det relative natriuminnholdet er betydelig større i mineraljorda enn i humussjiktene. Manganet er regnet å være i toverdig form.

Selv om tallet for det relative innholdet av magnesium er stort, kan det likevel opptre mangel på magnesium. I prøver tatt ut i nærheten av Osdammen fra humuspodsolprofil av samme type som i Ulvsjøberget, ble det i 1950 påvist magnesiummangel i karforsøk med havre (forsøk som J. Låg fikk utført ved Institutt for jordkultur ved Norges Landbrukshøgskole).

C. Innhold av lettoppløselig fosfor og kalium i jordprofiler.

Bestemmelsene av ombyttbart kalium gir opplysninger om mengden av løst bundne fraksjoner av dette stoffet. Det er dessuten blitt utført bestemmelse av lettoppløselig fosfor og kalium etter de metodene som er alminnelig brukt for dyrka jord. Resultater av bestemmelse av laktattall og M-tall etter Egnérs metoder er gjengitt i hovedtabell 1 og 2. En sammenstilling av tallene for de forskjellige sjiktene i podsolprofiler er tatt inn i tabell 11.

Tabell 10. Mengdeforholdet mellom forskjellige metallkatjoner i ulike sjikt i podsolprofiler.

Profilsjikt	% av metallkatjonene				
	Ca	Mg	Mn	K	Na
A_0	41,2 ± 3,4	36,9 ± 2,1	1,6 ± 0,4	17,0 ± 1,6	3,3 ± 0,4
A_2	31,5 ± 2,8	40,5 ± 3,8	0,9 ± 0,3	13,6 ± 1,4	13,5 ± 2,2
B	20,0 ± 1,5	50,7 ± 2,2	1,6 ± 0,3	15,5 ± 1,2	12,2 ± 1,2
C	27,4 ± 2,1	42,0 ± 2,4	0,9 ± 0,3	15,7 ± 1,6	14,0 ± 1,1

Tabell 11. Laktattall og M-tall i forskjellige sjikt i podsolprofiler.

Profilsjikt	Laktattall	M-tall
A_0	18,1 ± 1,7	107,6 ± 5,5
A_2	0,8 ± 0,01	5,9 ± 0,5
B	0,5 ± 0,07	7,2 ± 0,5
C	0,6 ± 0,1	5,5 ± 0,3

Både laktattall og M-tall ligger meget høyt i råhumusdekket. Men en må være klar over den lave volumvekta i dette sjiktet, og dermed at den totale mengden av lettoppløselig fosfor og kalium likevel ikke blir stor. Også torvprøvene har forholdsvis høye laktattall og M-tall. Der en har torvprøver fra to dybder i profilet, ligger tallene høyest i materialet fra overflatesjiktet.

D. Undersøkelser over sammensetning av humusmaterialet.

I tillegg til de analysene som er omtalt foran, er det utført bestemmelse av innholdet av aske, kullstoff, kvelstoff, fosfor, kalsium, magnesium, kalium og mangan i råhumusprøvene og i endel torvprøver. I prøver fra B-sjiktet er det utført undersøkelse av kullstoff, kvelstoff og fosforinnhold.

Det har ikke vært mulig å oppnå god reproduserbarhet for kullstoffbestemmelsene, så det hviler sannsynligvis relativt store feil på disse analysetallene. På mange steder fant vi trekullbiter i råhumuslaget. Disse restene etter tidligere skogbranner kan i noen grad ha medvirket til at det var vanskelig å få god overensstemmelse mellom analysene. Innblanding av friskt plantemateriale kan ha medført feil i omvendt retning. Kullstoffinnholdet er bl. a. av interesse for beregning av det såkalte kullstoff – kvelstoff-forholdet. For beregning av C : N-forhold har vi regnet med et kullstoffinnhold på 55 % av glødetapet for alle torv- og råhumusprøver. For B-sjiktet er beregningen utført direkte på grunnlag av analyseresultatene. Fra utfellingslaget tapes det jo relativt store mengder av annet materiale enn humusstoffer ved glødning.

Kullstoff – kvelstoff-forholdet ligger gjennomgående meget høyt, med variasjon mellom 20 og 50 (se hovedtabellene). I podsolprofilene synker i alminnelighet C : N-forholdet fra råhumusdekket til B-sjiktet. Med så lave relative kvelstoffinnhold kan det ikke ventes nitrifikasjon under naturlige vilkår (se s. 29).

Glødetapet i humusprøvene varierer mellom 72,2 og 98,3 %. I mange tilfelle ligger askeinnholdet i råhumusprøvene på 10–15 %. Torvprøvene har i alminnelighet et askeinnhold på 2–5 %.

Det er meget stor variasjon i humusinnholdet i utfellingslaget. I B-sjiktet i profil 43 er det oppe i ca. 15 % (vel 8 % C).

E. Ammoniakk- og nitratproduksjon.

Ved begynnelsen av undersøkelsene ble det samlet inn 7 humusprøver for studium av innhold og produksjon av ammoniakk og nitrat. 3 av prøvene var fra *Calluna*-råhumus, 2 fra *Myrtillus*-råhumus, 1 prøve var tatt omkring en råtnende trestubbe og 1 fra bunnen under en utdødd

Tabell 12. Innhold og produksjon av ammoniakk og nitrat.

	Før lagring			Lagret 6 mdr.			Lagret 12 mdr.				
	% organisk matrl.	mg pr. kg tørrstoff		pH	mg pr. kg tørrstoff		% organisk matrl.	mg pr. kg tørrstoff		mg pr. kg org. matrl.	
		NH_3-N	NO_3-N		NH_3-N	NO_3-N		NH_3-N	NO_3-N	NH_3-N	NO_3-N
Calluna-humus, ubehandlet	87,2	74	0	3,70	22	0	86,1	117	0	136	0
Calluna-humus, smittet	–	–	–	4,05	0	0	52,8	27	774	51	1 466
Calluna-h. undre sjikt, ubehandlet	89,1	43	0	3,60	93	0	87,2	472	0	541	0
Calluna-h. undre sjikt, smittet	–	–	–	4,00	22	0	59,1	391	715	662	1 210
Calluna-h. fra brannfl., ubehandlet	55,8	13	0	4,00	63	0	–	353	0	626	0
Calluna-h. fra brannfl., smittet	–	–	–	4,35	211	53	41,4	448	357	1 082	862
Myrtillus-humus, ubehandlet	80,2	0	0	4,10	508	10	80,0	1 339	29	1 674	36
Myrtillus-humus, smittet	–	–	–	4,20	475	155	51,2	1 144	900	2 234	1 758
Myrtillus-h. (fl. 178), ubehandlet	76,2	13	0	3,80	265	19	73,0	672	0	921	0
Myrtillus-h. (fl. 178), smittet	–	–	–	4,30	477	20	51,5	913	56	1 773	109
Humus ved gammel stubbe, ubehandlet	74,7	641	0	4,20	1 305	3 810	73,3	1 459	4 887	1 991	6 667
Humus ved gammel stubbe, smittet	–	–	–	4,25	846	3 130	53,8	1 026	3 981	1 907	7 400
Humus fra maurtuebunn, ubehandlet	83,8	338	1 136	4,05	309	3 562	81,9	658	1 060	803	1 294
Humus fra maurtuebunn, smittet	–	–	–	4,10	298	2 216	57,4	279	2 771	486	4 828
Smittejord	15,0	38	0	4,35	151	15	14,6	230	1 575	1 698	11 630

maurtue. Under skogplanting var materiale fra denne maurtuebunnen brukt som fylljord. Bare denne siste prøven inneholdt nitrat ved innsamlingen (se tabell 12).

Av hver av de innsamlete humusprøvene ble det tatt ut to prøver til lagring i termostat. Til den eine av de to prøvene ble det tilsatt smittejord med stor evne til nitrifikasjon. Den tilsatte mengden av smittejord var så stor at det organiske materialet i smittejorda utgjorde 10 % av det organiske stoffet i den endelige prøven.

Prøvene ble smuldret, tilsatt vann til en fuktighetsgrad som ble antatt å være høvelig for kvelstoffomsetningen, og lagret ved 20° C. Det vannet som fordampet, ble erstattet etter hvert. Prøvene ble analysert etterat de var lagret i 6 og 12 måneder (se tabell 12). Det går fram av tabellen at uten tilsetning av smittejord, ble det utviklet nitrat bare i en av *Myrtillus*-prøvene og ingen av *Calluna*-prøvene etter ett års lagring. Men ved smitting var det nitrifikasjon i alle prøvene ved avslutningen av lagringen. I de to ordinære prøvene av *Calluna*-råhumus var det selv ved smitting ikke kommet i gang nitrifikasjon etter lagring i 6 måneder. Humusprøven som var tatt inntil en gammel, råtnende stubbe, viste sterk biologisk aktivitet.

En må etter dette regne med at omsetningen går meget tregt i de alminnelige humustypene i Ulvsjøberget forsøksområde.

F. Jamføring av noen resultater fra forskjellige analysemetoder.

Det er foretatt bestemmelse av kalsium, magnesium, mangan, kalium og fosfor i råhumus og torvprøver etter to forskjellige behandlingsmåter. Disse stoffene er blitt bestemt både etterat prøvene er glødet og asken ekstrahert med saltsyre, og de er blitt bestemt etter oksydasjon av humusmaterialet med perklorsyre og salpetersyre. Som ventet ligger tallene for innholdet av de viktigste askestoffene meget lavt.

Det viser seg å være karakteristiske forskjeller mellom resultatene etter de to analysemåtene. Særlig for kalium og magnesium ligger analysetallene stort sett betydelig høyere etter oppslutningen med oksyderende syrer enn etter ekstraksjon av asken. Forskjellen er større for råhumusprøvene enn for torvprøvene. Den mest nærliggende forklaringen synes å være at endel av metalljonene bindes ved glødning. Både kalium og magnesium har jo lett for å bindes i silikatgitrene. Forskjell i askeinnholdet i råhumus og i torv kan være årsak til ulikheter mellom disse to humustypene. Mulighetene for binding av enkelte stoffer kan altså være størst i materiale med relativt lite glødetap.

Mye av det kalsium, magnesium og kalium som er bestemt etter disse metodene i prøver fra profiler, er påvist i ombyttbar form. F. eks. utgjør

den ombyttbare delen av stoffmengden bestemt etter glødning av humusprøvene, 85 % for kalsium, 87 % for magnesium og 80 % for kalium. Det har også vist seg å være meget god korrelasjon mellom metodene. Korrelasjonskoeffisientene er for de to metodene 0,99 for kalsium, 0,97 for magnesium og 0,91 for kalium. Stort sett er korrelasjonen litt svakere mellom mengdene av ombyttbare joner og de tilsvarende stoffmengdene bestemt etter oppslutning med perklorsyre og salpetersyre.

For kalium foreligger det bestemmelse også etter ekstrahering med monokloreddiksyre-metoden. En stor del av det totale kaliuminnholdet i organisk jord blir bestemt ved denne metoden (se f. eks. LÅG 1955). I humusprøvene fra profilene utgjør kalium ekstrahert ved denne analysen i gjennomsnitt ca. 75 % av det kalium som er bestemt etter glødning. Kaliummengdene er etter denne bestemmelsen altså litt mindre enn analysene for ombyttbart kalium viser. Ved jamføring av analysetallene for mineraljorda finner en derimot relativt mindre tall for ombyttbart kalium. I de 18 torvprøvene utgjør M-tallets kalium vel 90 % av alt kalium bestemt etter glødning. Korrelasjonskoeffisienten er 0,96 mellom M-tall og kaliummengden bestemt etter glødning. Mellom M-tall og ombyttbart kalium er korrelasjonskoeffisienten 0,97 for humusprøvene fra profilene og 0,94 for mineraljordprøvene.

Korrelasjonen mellom laktattall og fosformengden bestemt etter glødning eller oppslutning er forholdsvis svak.

I endel prøver fra humussjiktet og utfellingslaget i profiler er det forsøkt å bestemme organisk bundet fosfor. Som hovedtabell 1 viser, skulle det aller meste av fosforet i humussjiktet finnes i organiske forbindelser. I gjennomsnitt for alle humusprøvene ligger mengden av det organisk bundne fosfor etter disse analysetallene på 90 % av fosforinnholdet bestemt etter glødning. I utfellingssjiktet er selvfølgelig den relative mengden av organisk bundet fosfor mindre. Men også her finnes det i mange tilfelle over 50 %. Stort relativt innhold av organisk bundet fosfor har en særlig i prøver med stort glødetap. Ved vurdering av disse tallene må en ellers være klar over at analysene er utført etter en indirekte, konvensjonell metode.

VII. Utfellinger av sjømalm i Ulvsjøen.

Under feltarbeidet sommeren 1944 la vi merke til noen skorpeformete utfellinger av sjømalm på steiner i Ulvsjøen. Malmutfellingene dannet sterkt knudrete og ujevne belegg på steinene. For å få en orientering om den kjemiske sammensetningen ble det i 1945 samlet inn noe materiale

som ble sendt til Statens Landbrukskjemiske Kontrollstasjon i Trondheim til analyse. Den kjemiske analysen av prøven viste et totalinnhold av jern på 16,5 % og av mangan på 22,0 %. Manganinnholdet er altså svært stort. Men siden det foreligger analyse bare av en prøve, kan selvfølgelig ikke tallene tillegges stor vekt.

Med den utpreget sure reaksjon og den sterke utvasking en har fra jordsmonnet i disse traktene, skulle forholdene ligge godt til rette for dannelse av sjømalm.

Det er tidligere påvist manganrik sjømalm i Storsjøen i Nord-Odal (Vogt 1915). I seinere tid er det beskrevet forekomster av lignende sjømalm i Tisjö-distriktet i Sverige, i nærheten av grensen mot Trysil (Ljunggren 1953). Beskrivelsene stemmer meget godt med de funn vi har gjort i Ulvsjøen.

VIII. Sammendrag.

Det er utført kartlegging av jordbunnsforholdene i Ulvsjøberget forsøksområde i Trysil, Hedmark fylke. Forsøksområdet er en fjellskog på vel 4000 dekar. Høyden over havet stiger fra knapt 645 m til 801 m.

Berggrunnen hører til sparagmittformasjonen.

Klimaet har sterkt humid preg med normaltemperatur for året på under 0° C.

Området er godt jorddekt. Bare på spredte steder stikker fast fjell fram i dagen.

Det aller meste av lausmaterialet er morénejord. På enkelte steder ligger det sedimentær jord, særlig glacifluvialsedimenter, over morénejorda. I større forsenkninger er det torvjord i overflaten. Det meste av morénejorda kan karakteriseres som leirfri eller leirfattig, stein- og grusrik middels fin sand. Sparagmittbergarter dominerer i steinfraksjonen. Mineralogisk sett er jorda dårlig.

Det er skilt ut jernpodsol, jernhumuspodsol, humuspodsol med råhumus, humuspodsol med torv, sumpjord med sterkt omdannet torv og sumpjord med svakt omdannet torv. Arealet med jernpodsol er ubetydelig. Humuspodsol med råhumus dekker nesten halvparten av arealet.

Jernhumuspodsol finner en ofte under vegetasjon med mer eller mindre innblanding av blåbærlyng. Humuspodsol med råhumus bærer ofte røsslyngvegetasjon. Det er påvist utvikling av denne profiltypen uten høytstående grunnvann.

Den gjennomsnittlige tykkelsen av råhumussjiktet er 5 cm for 30 undersøkte jernhumuspodsolprofiler og 9 cm for 33 humuspodsolprofiler

med råhumus. I begge gruppene er gjennomsnittstykkelsen av bleikjorda 16 cm. Humuspodsol med torv har tykkere humussjikt og tynnere bleikjordsjikt. Det er funnet bleikjordlag under humusdekke på 35–40 cm.

Endel eiendommelige humusrygger i nordskråninger opp mot skoggrensa er beskrevet.

Av 73 undersøkte profiler på fastmark hadde 42 aurhelle.

I 21 undergrunnsprøver var basemineralindeksen i gjennomsnitt 6,5, og i de tilsvarende prøvene fra bleikjordsjiktet 1,2.

Jordsmonnet har meget lave pH-verdier. I råhumussjiktet varierer pH mellom 3,07 og 3,56. Nesten halvparten av undergrunnsprøvene har pH under 5,0.

Katjoneombyttingskapasiteten er i gjennomsnitt 126 m. e. pr. 100 g for prøver fra humuslaget, 3,4 m. e. for bleikjorda, 10,9 m. e. for utfellingslaget og 3,2 m. e. for undergrunnen. «Basemetningsgraden» er for de samme sjiktene beregnet til henholdsvis 11,9 %, 22,8 %, 8,4 % og 25,6 %.

Ved beregning av mengdeforholdet mellom ombyttbart Ca, Mg, Mn, K og Na finner en f. eks. at Ca utgjør 41,2 % i A_0-sjiktet og 20,0 % i B-sjiktet, mens Mg utgjør henholdsvis 36,9 % og 50,7 % i de samme sjiktene.

Glødetapet i humusprøvene varierer mellom 72,2 og 98,3 %. Humusinnholdet i B-sjiktet er til dels meget stort. I en prøve er det påvist ca. 15 % humus.

Kullstoff—kvelstoff-forholdet varierer mellom 20 og 50. Kvelstoffomsetningen går meget tregt i de alminnelige humustypene. Selv etter et års lagring under gunstige forhold, kunne det ikke påvises nitrat i prøver fra *Calluna*-råhumus når det ikke var tilsatt smittejord.

Humusprøvene inneholder gjennomgående små mengder av de viktigste askestoffene. Ved jamføring av analyser etter glødning og etter oppslutning med perklorsyre og salpetersyre viser det seg at tallene for magnesium og kalium til dels er atskillig større etter siste framgangsmåten.

En stor del av totalinnholdet av de alminnelige metallkatjonene i humusprøvene er ombyttbare. I forhold til bestemmelsene etter glødning er 85 % av kalsium, 87 % av magnesium og 80 % av kalium påvist i ombyttbar form. Korrelasjonskoeffisientene for de to metodene er for de samme stoffene henholdsvis 0,99, 0,97 og 0,91. Lettoppløselig kalium, bestemt som M-tall, er også sterkt korrelert med analysetall etter disse to metodene.

Av fosforet i humussjiktet finnes i gjennomsnitt 90 % organisk bundet. I utfellingslaget er også i mange tilfelle mer enn 50 % i organisk form.

Tallene for lettoppløselig fosfor og kalium, bestemt etter Egnérs metoder, ligger høyt for humusdekket. I humusprøvene fra podsolprofiler er gjennomsnittet for laktattall 18,1 og for M-tall 107,6.

Utfellinger av manganrik jernmalm i Ulvsjøen er beskrevet.

IX. Referert litteratur.

Birkeland, B. J. (1936): Mittel und Extreme der Lufttemperatur. – Geofysiske Publikasjoner. Vol. 14. No. 1. 155 s. – Oslo.

Damsgaard-Sørensen, P. (1946): Studier over Jordens Fosforsyreindhold. IV. Det organisk bundne Fosfor. – Tidsskrift for Planteavl. Bd. 50, s. 653–675. – København.

Det Norske Meteorologiske Institutt (1949): Nedbøren i Norge 1895–1943. 114 s. – Oslo.

Egnér, H. (1940): Bestimmung der Kalibedürftigkeit des Bodens auf chemischem Wege. – Bodenkunde und Pflanzenernährung. Bd. 21–22, s. 270–277. – Berlin.

Egnér, H., Köhler, G. und Nydahl, F. (1938): Die Laktatmethode zur Bestimmung leichtlöslicher Phosphorsäure in Ackerböden. – Lantbrukshögskolans Annaler. 6, 1938, 253–298. – Uppsala.

Hesselman, H. (1932): Om klimatets humiditet i vårt land och dess inverkan på mark, vegetation och skog. – Medd. från Statens skogsförsöksanstalt. 26, 1930–31, 515–559. – Stockholm.

Hesselman, H. (1937): Om humustäckets beroende av beståndets ålder och sammansättning i den nordiska granskogen av blåbärsrik Vaccinium-typ och dess inverkan på skogens föryngring och tillväxt. – Medd. från Statens skogsförsöksanstalt. 30, 1937, 529–716. – Stockholm.

Holtedahl, O. (1953): Norges geologi. – Norges Geologiske Undersøkelse. Nr. 164. 1118 s. – Oslo.

Kotilainen, M. J. (1933): Zur Frage der Verbreitung des atlantischen Florenelementes Fennoskandias. – Annales Botanici Societatis Zool.-Bot. Fennicæ Vanamo. Tom. 4, No. 1. 75 s. – Helsinki.

Ljunggren, P. (1953): Some data concerning the formation of manganiferous and ferriferous bog ores. – Geologiska Föreningens ... Förhandlingar. Bd. 75, s. 277–297. – Stockholm.

Låg, J. (1945): Crusts of gypsum on peat at Frydenhaug in Ås. – Meld. fra Norges Landsbrukskøgskole. 25, 1945, 363–368. – Oslo.

Låg, J. (1948): Undersøkelser over opphavsmaterialet for Østlandets morenedekker. – Medd. fra Det norske Skogforsøksvesen. Nr. 35. Bd. 10, s. 1–223. – Elverum.

Låg, J. (1955): Potassium in the North-European soils. – Potassium Symposium 1955, s. 365–373. – Bern.

Låg, J. and Einevoll, O. (1954): Preliminary studies on the water permeability of raw humus in podzol profiles in the western part of Norway. – Meld. fra Norges Landbrukshøgskole. 34, 1954, 525–532. – Gjøvik.

Mork, E. og Heiberg, H. H. H. (1937): Om vegetasjonen i Hirkjølen forsøksområde. – Medd. fra Det norske Skogforsøksvesen. Nr. 19. Bd. 5, s. 617–684. – Oslo.

Mork, E. og Låg, J. [1959]: Vegetasjonen i Ulvsjøberget forsøksområde. (Under trykning i Medd. fra Det norske Skogforsøksvesen.)

Nordhagen, R. (1943): Sikilsdalen og Norges fjellbeiter. En plantesosiologisk monografi. – Bergens Museums Skrifter. Nr. 22. 607 s. – Bergen.

Schøitz, O. E. (1902): Den sydøstlige Del af Sparagmit-Kvarts-Fjeldet i Norge. – Norges geologiske Undersøgelse. No. 35. 137 s. – Kristiania.

Semb, G. (1937): Jordbunnsforholdene i Hirkjølen forsøksområde. – Medd. fra Det norske Skogforsøksvesen. Nr. 19. Bd. 5, s. 537–616. – Oslo.

Tamm, O. (1931): Studier över jordmånstyper och deras förhållande till markens hydrologi i nordsvenska skogsterränger. – Medd. från Statens skogsförsöksanstalt. 26, 1930–31, 163–408. – Stockholm.

Tamm, O. (1934): En snabbmetod för mineralogisk jordartsgranskning. – Svenska Skogsvårdföreningens Tidskrift. 1934, s. 231–250. – Stockholm.

Tamm, O. (1956): L'evapo-transpiration dans la region forestiere de la Suede. – VIe Congres International de la Science du Sol. Paris 1956. Vol. B. s. 15–20. – Paris.
Thornthwaitf, C. W. (1948): An approach toward a rational classification of climate. – The Geografical Review. 38, 1948, 55–94. – New York.
Thurmann-Moe, P. (1932): Om skoggrøftning og produksjonsundersøkelser på avgrøftet myr. – Meld. fra Norges Landbrukshøiskole. 12, 1932, 1–80. – Oslo.
Vogt, J. H. L. (1915): Om manganrik sjømalm i Storsjøen, Nordre Odalen. – Norges Geologiske Undersøkelse. Nr. 75, VI. 43 s. – Kristiania.

Summary.

The Soils of Ulvsjøberget Experimental Area.

The soils of Ulvsjøberget Experimental Area in Trysil, Hedmark county, near the Swedish border, have been mapped. The area consists of alpine forest, and covers a little more than 400 hectares. It rises from about 645 to 801 metres above sea level, and in these tracts the timber line reaches 795 metres above sea level.

The bedrock belongs to the Sparagmite formation.

The climate is very humid, with a mean annual temperature below 0°C.

The area is covered with soil material to some depth, the bedrock protruding in scattered places only.

The major part of the soils consists of morainic material. In some places water sediments, especially glacifluvial material, cover the surface. Peat soils are found in the surface layer of larger depressions. Most of the morainic soil material can be characterized as medium fine sand free from, or poor in, clay, and rich in stones and gravel. Sparagmite rocks predominate in the stone fraction. From a mineralogical point of view the soils are of poor quality.

The following soil profiles were found: iron podzol, iron-humus podzol, humus podzol with raw humus, humus podzol with peat, swamp soil with well decomposed peat, and swamp soil with slightly decomposed peat. The area with iron podzol is negligible. Humus podzol with raw humus covers nearly half of the area.

Iron-humus podzol is often found under vegetation including *Vaccinium myrtillus*, whilst humus podzol with raw humus occurs under *Calluna vulgaris*. This profile type has in some cases been found to have developed without a high ground water level.

The mean depth of the raw humus layer was 5 cm for 30 iron-humus podzol profiles, and 9 cm for 33 humus podzol profiles with raw humus, the mean thickness of the A_2-horizon in both groups being 16 cm. The humus podzol with peat had a thicker humus layer and a thinner A_2-layer than the abovementioned profiles. A_2-horizons were found under a humus cover of 35–40 cm.

Some unusual humus ridges, occurring in the northern slopes near the timber line, have been described.

Of 73 profiles examined in mineral soils, 42 contained hardpan.

The base mineral index averaged 6.5 for 21 substratum samples, and 1.2 for the corresponding samples from the A_2-horizon.

The pH-values of these soils were very low, ranging in the raw humus layer from 3.07 to 3.56. Nearly half of the substratum samples showed pH-values under 5.0.

The mean cation exchange capacity was 126 m. e. per 100 g for the humus layer, 3.4 m. e. for the A_2-layer, 10.9 m. e. for the B-layer, and 3.2 m. e. for the substratum. The „degree of base saturation" for the same horizon was calculated at 11.9 %, 22.8 %, 8.4 %, and 25.6 %, respectively. The possibility of analytical errors in connection with determinations of pH and degree of base saturation has been mentioned.

A computation of the proportions of exchangeable Ca, Mg, Mn, K, and Na, showed that Ca, for example, may constitute 41.2 % in the A_0-horizon and 20.0 % in the B-horizon, whereas Mg may amount to 36.9 % and 50.7 % in the same horizons respectively.

The loss on ignition for the humus samples ranged from 72.2 to 98.3 %. The humus content of the B-layer was in some cases very high, one sample containing as much as about 15 %.

The carbon/nitrogen ratio varied between 20 and 50. The transformation of nitrogen in the ordinary humus types was very slow. If no inoculation had been used, no nitrate was found in samples of *Calluna* raw humus, even after one year's storage under favourable conditions.

The humus samples contained on the whole but small quantities of the most important ash elements. When comparing the analytical values obtained after ignition with those obtained after decomposition with perchloric acid and nitric acid, it turned out that the values for magnesium and potassium obtained by the latter method were on several occasions considerably higher.

A large part of the total content of ordinary metal cations of the humus samples are exchangeable. Compared with determinations carried out after ignition, 85 % of calcium, 87 % of magnesium, and 80 % of potassium were found to be present in an exchangeable form. The correlation coefficients for the two methods were for these elements 0.99, 0.97, and 0.91, respectively. Readily soluble potassium, determined as M-values, was also highly correlated with these analytical values.

As an average, 90 % of the phosphorus of the humus layer existed in organic compounds; in the B-layer also the content often exceeded 50 %.

The values for readily soluble phosphorus and potassium, as deter-

mined by Egnér's methods, are high for the humus cover. The A_0-samples from the podzol profiles show an average lactate value of 18.1 and an average M-value of 107.6.

Precipitations of iron ore rich in manganese in the lake Ulvsjøen have been discussed.

EXPLANATORY NOTES ON TABLES AND MAPS.

Tables 1 to 4 give some meteorological data from stations in the district.

Table 1 shows mean temperatures in C° for the year and for the individual months. (*H. o. h. m* = Altitude in m above sea level; *Året*=Year; *Observasjonsår* = Year of observation.)

Table 2 gives normal precipitation in mm, and Table 3 average depth of snow cover in cm for the individual months, as well as number of days with snow cover per year. (*Antall dager med snødekke* = Number of days that snow lies.)

Table 4 contains figures for the humidity, oceanity, etc, of the climate. (*Humiditetstall* = Humidity figures according to Martonne; *Oseanisk indeks* = Oceanic index according to Kotilainen; *Antall dager med temp. under 0° C* = Number of days with temperatures below 0° C; *Antall dager med temp. over 10° C* = Number of days with temperatures above 10° C; *Relativ luftfuktighet* = Relativ air humidity; *Antall dager med nedbør* $\geqslant$ *0,1 mm* = Number of days with precipitation $\geqslant$ 0.1 mm.

The average of stone determinations in 6 localities is presented in Table 5. (*Grå sparagmitt* = Grey Sparagmite; *Rød sparagmitt* = Red Sparagmite; *Kvartsitt* = Quartzite; *Konglomerat* = Conglomerate; *Laus, rødlig sandstein* = Loose, reddish sandstone; *Presset granitt* = Gneissose granite; *Leirbergart med kvartsårer* = Shales with quartz veins.)

Table 6 includes results of mechanical analyses. (*Profil nr.* = Profile No.; *Sjikt, dybde* = Horizon, depth; % *av materialet* $<$ *2 mm* = % of material $<$ 2 mm.)

Table 7 contains data on stone content of mineral soil material. (*Volumprosent steiner* = Volume percent of stones; *Antall profiler* = Number of profiles.)

Table 8 shows the results of determinations of the base mineral index according to Tamm's method. (*Basemineralindeks* = Base mineral index.)

The areas of different soil types are presented in Table 9. (*Av totalarealet* = Of total area; *Jernpodsol* = Iron podzol; *Jernhumuspodsol* = Iron-humus podzol; *Humuspodsol med råhumus* = Humus podzol with raw humus; *Humuspodsol med torv* = Humus podzol with peat; *Sumpjord med sterkt humifisert torv* = Swamp soil with well decomposed peat; *Sumpjord med svakt humifisert torv* = Swamp soil with slightly decomposed peat; *Vann* = Water.) The same terms will be found on the map.

Table 12 gives data on contents and production of ammonia and nitrate in the humus samples. (*Før lagring* = Before storing; *Lagret 6 mndr.* = Stored 6 months; *Lagret 12 mndr.* = Stored 12 months; *Org. mat.* = Organic material; *Tørrstoff* = Dry matter; *Humus* = Humus; *Ubehandlet* = Untreated; *Smittet* = Inoculated; *Fra brannfl.* = From burnt area; *Ved gammel stubbe* = Near old stump; *Fra maurtuebunn* = From bottom of anthill; *Smittejord* = Inoculate.)

Main table 1 contains various analytical values for soil profiles, and Main table 2 gives analytical values for humus samples. (*Hovedtabell* = Main table; *Profiltype* = Profile type; *Jhp* = Iron-humus podzol; *Jp* = Iron podzol; *Sumpjord* = Swamp soils; *Hpt* = Humus podzol with peat; *Hpr* = Humus podzol with raw humus; *Nr.* = No.; *Sjikt* = Horizon; *Dybde* = Depth; *Glødetap* = Loss on ignition; *pH i* H_2O = pH in H_2O; *pH i KCl* = pH in KCl; *Katjoneomb.kap.* = Cation exchange capasity; *Basemetn.grad* = Degree of base saturation; *Laktattall* = Lactate value; *M-tall* = M-value; *Org.bundet* = Organically combined; *Total (glødn.)* = Total (ignition); *Total (oppslutn.)* = Total (decomposition); *Prøve* = Sample; *Torv fra Vaccinium-sumpskog* = Peat from Vaccinium swamp forest; *Myr* = Peatland; *Råhumus fra* = Raw humus from; *Råhumus i Calluna-bestand ved p.nr.* = Raw humus in Calluna stand near profile No.)

The map has been marked as follows (see legend): 1. Iron podzol, 2. Iron-humus podzol, 3. Humus podzol with raw humus, 4. Humus podzol with peat, 5. Swamp soil with well decomposed peat, 6. Swamp soil with slightly decomposed peat, 7. Protruding rock, 8. Sedimentary sand and gravel, 9. Water, 10. Path, 11. Seapage, Brook, Ditch, 12. Profile with hardpan, 13. Profile without hardpan, and 14. Sample plot.

Hovedtabell 1. Analyser av profiler fra Ulvsjøberget.

Profiltype	Nr.	Sjikt	Dybde cm	Glødetap %	pH i H_2O	pH i KCl	Katjoneomb.kap. m.e/100 g	Basemetn.-grad, %	Laktattall	M-tall	N %	C : N	P % org. bundet	P % tot. (glødn.)	P % tot. (oppsl.)
Jhp	15	A_0	0–5	86,0	3,07	2,24	139,9	15,7	16,0	101	1,03	46,0	0,053	0,059	0,071
	15	A_2	10–20	1,64	3,71	3,28	3,2	22,1	0,8	5,4	–	–	–	–	–
	15	B_1	25–30	5,14	3,95	3,59	13,1	6,4	0,6	4,0	0,083	31,5	0,008	0,013	0,014
	15	B_2	35–45	2,68	4,97	4,45	7,0	11,1	0,6	8,4	0,028	36,0	0,000	0,021	0,029
	15	C	70–80	0,73	5,33	4,78	3,1	26,5	0,3	6,3	–	–	–	–	–
Jp.....	16b	A_0	0–2	72,2	3,56	2,69	101,8	9,7	4,9	42	0,84	47,3	0,027	0,030	0,041
	16b	A_2	10–20	0,49	3,93	3,47	3,4	19,0	0,5	6,1	–	–	–	–	–
	16b	B	30–50	3,00	5,54	4,86	5,9	14,5	0,1	7,7	0,038	30,3	0,000	0,022	0,031
	16b	C	70–80	0,66	5,51	4,84	3,2	19,2	0,3	6,8	–	–	–	–	–
Jhp	17	A_0	0–5	82,5	3,10	2,68	141,4	11,4	18	100	1,53	33,7	0,082	0,091	0,101
	17	A_2	5–15	0,89	3,70	3,37	2,2	20,5	0,6	2,5	–	–	–	–	–
	17	B_1	20–25	7,46	3,65	3,48	20,6	4,7	0,4	3,1	0,141	23,7	0,012	0,016	0,016
	17	B_2	30–40	3,46	4,89	4,36	7,2	10,0	0,2	6,7	0,049	32,4	0,002	0,025	0,028
	17	C	60–70	1,80	4,64	4,14	5,0	10,1	0,9	2,9	–	–	–	–	–
Jhp	18	A_0	0–2	83,9	3,49	2,98	133,5	17,0	35	123	1,62	28,5	0,092	0,107	0,111
	18	A_2	5–15	1,40	3,61	3,19	3,2	22,7	0,8	7,8	–	–	–	–	–
	18	B	25–35	8,62	4,57	4,15	16,1	5,7	0,2	11	0,118	30,7	0,005	0,022	0,025
	18	C	70–75	0,86	5,11	4,61	1,8	38,1	0,4	5,8		–	–	–	–
Sumpjord	19b		10–20	96,2	3,29	2,66	122,7	12,0	8,7	112	1,40	37,8	0,066	0,071	0,092
	19b		30–40	97,8	3,09	2,70	135,2	5,0	2,0	49	1,80	29,4	0,071	0,075	0,079
	19b		60–65	2,05	4,06	3,65	1,9	21,2	0,3	3,2	–	–	–	–	–
Hpt	20b	A_0	10–25	93,5	3,24	2,85	120,3	8,4	8,6	114	1,67	26,7	0,109	0,116	0,120
	20b	A_2	35–45	1,28	4,08	3,63	0,8	58,2	0,7	3,3	–	–	–	–	–
	20b	B	60–65	2,19	4,49	4,04	3,9	14,1	1,1	5,5	0,031	26,8	0,003	0,013	0,012
	20b	C	70–75	1,32	4,79	4,28	1,6	31,5	0,7	5,6	–	–	–	–	–
Sumpjord	20c		10–25	96,1	3,23	2,72	125,9	7,6	7,3	76	–	–	0,075	0,083	0,087
	20c		35–50	95,5	3,22	2,82	109,8	5,8	2,1	6,5	1,68	31,3	0,082	0,086	0,083
	20c		45–50	1,46	3,96	3,83	2,5	19,5	0,4	1,9	–	–	–	–	–
	20c		70–80	4,42	4,54	4,37	8,8	6,1	1,7	5,5	–		0,002	0,018	0,020
Hpr	26	A_0	0–4	89,4	3,42	3,86	114,8	8,1	16	132	1,68	29,3	0,015	0,128	0,129
	26	A_2	15–25	1,28	3,65	3,21	1,6	39,4	0,6	3,7	–	–		–	–
	26	B	45–60	2,52	4,80	4,26	3,7	14,4	0,7	6,8	0,028	32,5	0,000	0,012	0,016
	26	C	80–90	0,90	5,03	4,52	0,8	70,6	1,1	6,7	–	–	–	–	–
Hpr	27b	A_0	0–3	90,7	3,21	2,70	150,1	11,7	22	125	1,81	30,2	0,083	0,096	0,105
	27b	A_2	10–15	1,99	3,63	3,22	2,7	26,5	0,8	5,4	–	–	–	–	–
	27b	B	35–45	2,72	4,43	4,10	5,4	12,1	0,6	7,2	0,037	39,2	0,002	0,009	0,009
	27b	C	70–75	0,74	4,90	4,43	0,7	64,7	1,5	5,5	–	–			

Hpr	28	A_0	0–3	88,4	3,30	2,71	129,1	9,0	15	97	1,41	34,5	0,089	0,100	0,104
	28	A_2	10–15	2,23	3,83	3,22	3,3	18,9	0,7	5,6	–	–	–	–	–
	28	B	35–50	3,30	4,68	4,19	7,0	6,9	0,5	6,3	0,051	27,8	0,007	0,014	0,014
	28	C	70–75	1,85	4,91	4,43	2,6	13,1	0,5	4,7	–	–	–	–	–
Hpt	28b	A_0	10–15	92,0	3,51	3,01	126,6	11,0	14	165	1,70	30,0	0,110	0,119	0,123
	28b	A_2	15–25	1,94	3,72	3,06	3,4	22,5	1,0	7,3	–	–	–	–	–
	28b	B	45–55	2,86	4,29	3,82	9,6	4,6	0,6	4,6	0,051	22,0	0,002	0,008	0,008
	28b	C	60–65	2,41	4,49	4,07	8,0	7,8	0,7	7,5	–	–	–	–	–
Hpr	28c	A_0	0–3	82,7	3,48	2,86	102,0	10,3	17	112	1,44	31,5	0,094	0,102	0,104
	28c	A_2	15–25	1,38	3,95	3,37	4,1	10,7	0,7	4,5	–	–	–	–	–
	28c	B	60–70	3,07	4,47	4,05	9,2	3,8	0,9	5,3	0,042	33,3	0,002	0,008	0,011
Hpr	29	A_0	0–2	74,6	3,34	2,91	111,8	13,4	19	113	1,25	32,8	0,070	0,081	0,084
	29	A_2	10–15	2,74	3,70	3,35	6,1	16,6	1,3	10	–	–	–	–	–
	29	B	35–45	4,40	4,67	4,18	11,4	4,4	0,5	7,6	0,060	26,0	0,002	0,011	0,012
	29	C	60–70	0,89	5,35	4,62	2,8	15,6	0,7	6,1	–	–	–	–	–
Hpr	35	A_0	0–5	90,5	3,34	2,74	137,5	14,5	16	96	1,31	38,0	0,059	0,066	0,071
	35	A_2	10–20	1,31	3,75	3,31	3,8	20,2	0,6	6,1	–	–	–	–	–
	35	B	35–50	7,05	4,69	4,19	15,7	4,3	0,2	2,4	0,102	23,3	0,009	0,017	0,018
	35	C	60–65	0,74	5,12	4,70	2,6	20,3	0,3	7,3	–	–	–	–	–
Jhp	43	A_0	0–3	74,8	3,32	2,82	122,0	12,4	26	99	1,38	30,0	0,082	0,092	0,102
	43	A_2	5–10	2,49	4,17	3,31	4,3	10,8	1,0	6,3	–	–	–	–	–
	43	B_1	15–20	16,4	4,21	3,52	34,6	1,5	0,3	5,5	0,301	26,8	0,024	0,029	0,038
	43	B_2	20–30	6,35	5,04	4,37	11,9	6,8	0,1	8,5	0,091	31,2	0,007	0,021	0,026
	43	C	50–60	0,86	5,43	4,71	1,9	18,2	0,5	5,6	–	–	–	–	–
Hpr	44b	A_0	0–10	86,1	3,32	2,78	125,4	10,7	20	104	1,54	30,8	0,079	0,093	0,094
	44b	A_2	15–25	1,27	3,95	3,40	2,6	15,3	0,4	6,1	–	–	–	–	–
	44b	B	45–60	5,82	4,26	3,91	14,3	4,9	0,4	6,4	0,083	27,7	0,005	0,011	0,017
	44b	C	65–70	0,83	5,21	4,58	2,1	10,0	0,5	5,3	–	–	–	–	–
Hpr	56	A_0	0–3	76,9	3,52	2,97	122,0	15,2	26	99	1,35	31,3	0,102	0,110	0,115
	56	A_2	10–20	1,40	3,94	3,43	3,6	17,8	0,7	6,0	–	–	–	–	–
	56	B_1	25–30	11,4	4,37	3,79	26,0	6,5	0,4	7,7	0,218	26,0	0,011	0,019	0,019
	56	B_2	30–40	5,53	5,10	4,41	9,6	12,4	0,2	13,0	0,099	23,0	0,006	0,015	0,016
	56	C	70–75	1,00	5,25	4,72	1,5	26,5	0,6	5,7	–	–	–	–	–
Hpr	59	A_0	0–5	84,2	3,29	2,79	113,7	11,0	16	100	1,25	37,0	0,072	0,079	0,077
	59	A_2	10–15	4,29	3,65	3,15	7,0	11,7	1,1	9,0	–	–	–	–	–
	59	B	25–35	3,38	4,82	4,38	6,0	9,8	0,4	9,4	0,044	29,5	0,007	0,013	0,019
	59	C	40–50	1,16	5,06	4,61	2,0	21,9	0,6	6,8	–	–	–	–	–
Sumpjord	36b		0–10	97,4	3,12	2,63	137,6	7,6	14	87	1,70	31,5	0,077	0,085	0,086
	36b		10–30	98,0	3,12	2,78	139,5	3,2	3,1	42	1,61	33,5	0,071	0,073	0,078
	36b		35–45	3,03	3,80	3,63	6,1	7,5	0,5	3,7	–	–	–	–	–
	36b		55–70	3,12	4,43	4,17	6,2	9,9	3,2	6,9	0,044	29,8	0,000	0,011	0,017
	36b		80–85	1,27	4,74	4,36	2,7	14,3	3,1	6,1	–	–	–	–	–

Hovedtabell 2. Analyser av humus-

Prøve		Dybde cm	% av tørrst., etter glødning				
			Ca	Mg	Mn	K	P
Torv fra Vaccinium-sumpskog	I	0–20	0,244	0,041	0,014	0,121	0,085
	II	»	0,156	0,019	0,010	0,102	0,094
	III	»	0,278	0,035	0,002	0,107	0,119
	IV	»	0,125	0,017	0,004	0,083	0,099
	V	»	0,128	0,027	0,007	0,098	0,067
	VI	»	0,076	0,015	0,007	0,095	0,108
Torv fra Scirpus-myr	VII	»	0,198	0,017	0,005	0,073	0,073
	VIII	»	0,164	0,020	0,003	0,077	0,054
	IX	»	0,111	0,021	0,006	0,096	0,078
	X	»	0,098	0,020	0,006	0,108	0,055
	XI	»	0,092	0,026	0,004	0,123	0,068
	XII	»	0,118	0,027	0,003	0,115	0,075
Torv fra Eriophorum-myr	XIII	»	0,111	0,045	0,010	0,136	0,066
	XIV	»	0,061	0,017	0,006	0,083	0,069
	XV	»	0,027	0,017	0,004	0,094	0,100
	XVI	»	0,035	0,020	0,004	0,098	0,097
	XVII	»	0,031	0,017	0,002	0,085	0,104
	XVIII	»	0,051	0,031	0,006	0,151	0,079
Torv fra sumpjordprofil nr.	19b	10–20	0,091	0,092	0,004	0,114	0,071
—»—	19b	30–40	0,034	0,048	0,002	0,049	0,075
—»—	20c	10–25	0,043	0,068	0,006	0,084	0,083
—»—	20c	35–50	0,021	0,050	0,002	0,082	0,086
—»—	36b	0–10	0,086	0,062	0,005	0,091	0,085
—»—	36b	10–30	0,015	0,035	0,002	0,040	0,073
Råhumus fra Jhp nr.	15	0–5	0,279	0,094	0,014	0,109	0,059
—»— Jp »	16b	0–2	0,152	0,045	0,011	0,059	0,030
—»— Jhp »	17	0–5	0,158	0,089	0,009	0,116	0,091
—»— Jhp »	18	0–2	0,267	0,081	0,051	0,136	0,107
—»— Hpt »	20b	0–25	0,052	0,069	0,005	0,118	0,116
—»— Hpr »	26	0–4	0,039	0,060	0,006	0,145	0,128
—»— Hpr »	27b	0–3	0,186	0,084	0,009	0,141	0,096
—»— Hpr »	28	0–3	0,106	0,067	0,010	0,115	0,100
—»— Hpt »	28	10–15	0,079	0,081	0,011	0,172	0,119
—»— Hpr »	28c	0–3	0,083	0,064	0,008	0,134	0,102
—»— Hpr »	29	0–2	0,176	0,081	0,017	0,136	0,081
—»— Hpr »	35	0–5	0,275	0,074	0,036	0,107	0,066
—»— Jhp »	43	0–3	0,128	0,103	0,013	0,122	0,092
—»— Hpr »	44b	0–10	0,108	0,074	0,007	0,104	0,093
—»— Hpr »	56	0–3	0,225	0,084	0,031	0,131	0,110
—»— Hpr »	59	0–5	0,110	0,075	0,010	0,114	0,079
Råhumus i Calluna-bestand ved p. nr.	26	0–10	0,097	0,039	0,009	0,120	0,112
Råhumus i Calluna-bestand ved p. nr.	59	0–10	0,266	0,077	0,004	0,108	0,054

prøver fra Ulvsjøberget.

% av tørrst., etter oppslutn.					pH i H_2O	Aske %	N %	C : N	Laktat-tall	M-tall
Ca	Mg	Mn	K	P						
0,246	0,049	0,011	0,136	0,083	3,62	2,48	1,62	33,1	14	135
0,151	0,029	0,006	0,115	0,091	3,84	2,86	2,02	26,5	12	107
0,272	0,048	0,004	0,125	0,116	3,67	4,91	1,97	26,6	13	100
0,124	0,028	0,007	0,109	0,097	3,02	5,27	2,12	24,6	11	57
0,131	0,031	0,007	0,103	0,068	3,29	1,72	1,57	34,4	14	98
0,078	0,025	0,003	0,106	0,104	3,66	3,52	2,02	26,3	11	96
0,202	0,021	0,006	0,084	0,068	3,94	2,82	2,45	21,8	8,0	80
0,161	0,026	0,001	0,088	0,050	3,67	2,48	1,81	29,6	6,6	90
0,118	0,021	0,004	0,099	0,077	3,83	3,06	1,95	27,3	9,5	105
0,096	0,030	0,004	0,118	0,050	3,58	1,96	1,69	31,9	6,4	121
0,097	0,028	0,006	0,131	0,062	3,75	2,49	1,64	32,7	9,8	130
0,115	0,034	0,009	0,125	0,073	3,94	2,56	1,94	27,6	11	125
0,107	0,055	0,007	0,130	0,060	3,57	1,87	1,14	47,3	13	140
0,061	0,026	0,001	0,097	0,064	3,87	3,28	1,40	38,0	7,4	82
0,023	0,024	0,003	0,092	0,097	3,91	5,37	1,80	28,9	7,7	98
0,040	0,024	0,005	0,101	0,091	3,89	2,58	1,92	27,9	8,5	107
0,037	0,016	0,003	0,092	0,097	3,92	2,44	1,82	29,5	8,5	91
0,054	0,035	0,005	0,154	0,078	3,74	2,51	1,36	39,4	11	158
0,093	0,100	0,005	0,120	0,092	3,29	3,80	1,40	37,8	8,7	112
0,042	0,048	0,011	0,055	0,079	3,09	2,20	1,80	29,4	2,0	49
0,050	0,071	0,009	0,093	0,087	3,23	3,90	–	–	7,3	76
0,024	0,056	0,005	0,099	0,083	3,22	4,50	1,68	31,3	2,1	65
0,086	0,068	0,003	0,104	0,086	3,12	2,60	1,70	31,5	14	87
0,018	0,035	0,004	0,046	0,078	3,12	2,00	1,61	33,5	3,1	42
0,302	0,097	0,007	0,158	0,071	3,07	14,00	1,03	46,0	16	101
0,159	0,054	0,006	0,098	0,041	3,56	28,00	0,84	47,3	4,9	42
0,163	0,102	0,012	0,161	0,101	3,10	17,50	1,53	33,7	18	100
0,270	0,095	0,052	0,185	0,111	3,49	16,10	1,62	28,5	35	123
0,052	0,081	0,005	0,148	0,120	3,24	6,50	1,67	26,7	8,6	114
0,046	0,069	0,007	0,187	0,129	3,42	10,60	1,68	29,3	16	132
0,193	0,091	0,011	0,163	0,105	3,21	9,30	1,81	30,2	22	125
0,127	0,072	0,014	0,168	0,104	3,30	11,60	1,41	34,5	15	97
0,084	0,092	0,018	0,202	0,123	3,51	8,00	1,70	30,0	14	165
0,094	0,072	0,015	0,199	0,104	3,48	17,30	1,44	31,5	17	112
0,188	0,095	0,021	0,222	0,084	3,34	25,40	1,25	32,8	19	113
0,288	0,081	0,039	0,145	0,071	3,34	9,50	1,31	38,0	16	96
0,132	0,110	0,013	0,163	0,102	3,32	25,20	1,38	30,0	26	99
0,111	0,082	0,005	0,137	0,094	3,32	13,90	1,54	30,8	20	104
0,227	0,108	0,032	0,204	0,115	3,52	23,10	1,35	31,3	26	99
0,113	0,084	0,005	0,158	0,077	3,29	15,80	1,25	37,0	16	100
0,104	0,041	0,008	0,137	0,107	3,42	3,56	1,45	36,6	16	114
0,274	0,075	0,015	0,128	0,051	3,42	7,75	1,01	50,3	15	93

JORDSMONNKART
OVER
ULVSJÖBERGET
FORSÖKSOMRÅDE
TRYSIL HERRED, HEDMARK FYLKE

Ulvbua

Ulvsjöen
645

Ulvåa

Varde-
tj

1 Jernpodsol
2 Jernhumuspodsol
3 Humuspodsol med råhumus
4 Humuspodsol med torv
5 Sumpjord med sterkt humifisert torv
6 Sumpjord med svakere humifisert torv
7 Fjell i dagen
8 Sedimentar sand og grus
9 Vatn
10 Sti
11 Vass-sig, bekk, gröft
12 ■18 Profil med aurhelle
13 ◤19 Profil uten aurhelle
14 F 160 Forsöksflate

50 0 100 200 300 400 500 m

DET NORSKE SKOGFORSØKSVESEN, VOLLEBEKK, NORGE

ELIAS MORK OG J. LÅG

Vegetasjonen i Ulvsjøberget forsøksområde

The Vegetation in Ulvsjøberget Experimental Area.

Innhold.

Forord 47
I. Alminnelig beskrivelse av forsøksområdet 49
II. Undersøkelse av vegetasjonen 50
1. Markarbeidet 50
2. Vegetasjonstypene 52
A. Fastmarkstyper 52
a. *Dryopteris*-typen 52
b. *Myrtillus*-typen 53
c. *Calluna*-typen 54
d. *Calluna-Myrtillus*-typen 55
e. *Empetrum*-typen 56
B. Torvmarkstyper 56
1. Sumpskoger 56
a. *Vaccinium*-sumpskog 57
b. *Calluna*-sumpskog 58
c. *Equisetum*-sumpskog 58
2. Myrer 59
a. *Carex globularis*-myr 59
b. *Sphagnum fuscum*-myr 59
c. *Carex rostrata*-myr 60
d. *Carex lasiocarpa*-myr 60
e. *Scirpus*-myr 60
f. *Eriophorum*-myr 61
g. *Sphagnum cuspidatum*-myr 61
3. Vegetasjonstypene i Ulvsjøberget sammenlignet med typer i Hirkjølen 61
4. Plantearter funnet utenom de analyserte vegetasjonsrutene 63
III. Jamføring mellom jordbunns- og vegetasjonskart 64
IV. Sammendrag 65
V. Referert litteratur 67
VI. *Vegetation in Ulvsjøberget Experimental Area* 67

Forord.

Arbeidet med den botaniske undersøkelsen av Ulvsjøberget forsøksområde begynte sommeren 1937. Alf Brantseg som tidligere hadde vært med under den botaniske kartleggingen av Hirkjølen forsøksområde, var partileder da vegetasjonskartet over Ulvsjøberget ble tatt opp. Han ble assistert av Eivind Wærsted som da praktiserte som ekstra-assistent ved Skogforsøksvesenet. Endel av de botaniske analysene og noen mindre revideringer av kartet ble utført av forfatterne i 1945 og 1946. Kartet er reintegnet av skogsjef Paul Brobakken under et studieopphold ved Skogforsøksvesenet.

Vi takker de nevnte herrer for verdifull hjelp.

Vollebekk, februar 1959.

Elias Mork J. Låg

I. Alminnelig beskrivelse av forsøksområdet.

Ulvsjøberget forsøksområde ligger i Søre Osen, på vestsida av Osensjøen, i Trysil herred. Det er et typisk fjellskogområde der det aller meste av arealet ligger over 650 m o. h. Skogen går opp til 795 m o. h., og høyeste punktet i området rekker 801 m o. h. (Se ellers jordbunnsbeskrivelsen, Låg og Mork [1959].)

Det norske Skogforsøksvesen har gjennom lengre tid drevet omfattende undersøkelser i Hirkjølen, en fjellskog i Ringebu, mellom Gudbrandsdalen og Østerdalen (jfr. Mork og Heiberg 1937).

Vegetasjonen i Ulvsjøberget forsøksområde er meget artsfattig sammenlignet med vegetasjonen i Hirkjølen. Det er i første rekke ulikheter i berggrunnen som er årsak til denne forskjellen. I Ulvsjøberget består berggrunnen mest av sparagmitt og kvartsitt, mens det i Hirkjølen i stor utstrekning er gunstige skiferbergarter.

Det meste av skogarealet i Ulvsjøberget har furu som står meget glissent, slik at det mange steder er vanskelig å avgjøre om en skal regne det til skog eller spredtstående trær. Granskogen er tettere og utgjør 40 % av barskogens kubikkmasse.

Den gjennomsnittlige kubikkmassen på det som kan regnes til fastmark, er ca. 11 m^3 pr. ha., og den årlige tilveksten er ca. 0,38 m^3 pr. ha.

I Hirkjølen er det til dels veksterlig granskog opp til 850 m o. h., og skoggrensa går helt opp til 1055 m o. h.

Disse to fjellskogene skulle således tilsammen gi et godt bilde av forholdene i fjellskogene på Østlandet. Hirkjølen representerer de bedre områder og Ulvsjøberget de dårligste.

Fig. 1. Flybilde over den sørlige del av Ulvsjøberget forsøksområde.
Foto: Widerøes Flyveselskap A/S 1956.

II. Undersøkelse av vegetasjonen.

1. *Markarbeidet.*

Det aller meste av arbeidet med vegetasjonskartet over Ulvsjøberget forsøksområde ble utført sommeren 1937. Før kartleggingsarbeidet begynte i marka, ble området gått grundig over for å bestemme hvilke vegetasjonstyper en skulle skille ut. Det ble i denne forbindelsen utført endel vegetasjonsanalyser av de typene som vi ble enige om å avlegge på

kartet. Deretter ble det satt opp et linjenett, og under markarbeidet ble det gått linjer over hele området med en innbyrdes avstand av 50 m. Ved innkrokering av vegetasjonstypene ble det vinklet ut 25 m til hver side av målebandet.

Under slikt kartleggingsarbeid vil det mange ganger oppstå tvil om hvor en skal trekke grensa mellom nær beslektete vegetasjonstyper. Det er da en stor fordel å ha resultater av vegetasjonsanalyser å støtte seg til. Typene bør være klart definert før en begynner kartleggingen.

Vegetasjonsanalysene ble utført på småflater a 4 m², og innen hver av disse ble hver kvadratmeter analysert for seg og behandlet som en egen rute under utregningen av frekvensprosent og midlere dekningsgrad. I hovedtabellen (tab. 2) står F % for frekvensprosenten (% av rutene der arten forekommer) og D for dekningsgraden (den gjennomsnittlige dekningsgraden på rutene der arten finnes).

Vegetasjonsrutene ble lagt der vi antok at vedkommende plantesamfunn var særlig karakteristisk. En analyseserie består av 20 småruter, hver på 1 m².

Dekningsgraden som er ført opp i vegetasjonstabellen, er bestemt skjønnsmessig etter HULT-SERNANDERS 5-delte skala.

Det er brukt disse betegnelsene:

Dekningsgraden 5: Arten dekker 50–100 % av ruten.
» 4: » » 25– 50 % » »
» 3: » » 12– 25 % » »
» 2: » » 6– 12 % » »
» 1: » » under 6 % » »

Forekomst av enkelte individer med ubetydelig dekningsgrad er angitt med +.

De treartene som er tatt med i disse analysene, er bare representert ved småplanter mindre enn 30 cm.

Vegetasjonskartet skal tjene som støtte når en seinere skal velge ut arealer til forsøk, f. eks. med skogkultur. Ved typeinndelingen har en som regel tatt mest hensyn til de planteartene som preger feltsjiktet. Det er brukt betegnelser som *Calluna*-type, *Myrtillus*-type, *Equisetum*-sumpskog, osv. Ved inndeling i myrtyper derimot har en dels inndelt etter de planteartene som er mest karakteristiske i feltsjiktet (f. eks. *Carex globularis*-myr, *C. rostrata*-myr, osv.), dels etter de moseartene som preger bunnsjiktet (f. eks. *Sphagnum fuscum*-myr, *S. cuspidatum*-myr, osv.). *Sphagnum fuscum* er en bedre indikator for kvaliteten av den slags myr enn de planter som vokser i feltsjiktet. På den annen side er *Carex globularis* en bedre indikator enn de mosearter som vokser i bunnsjiktet. Dette har vi ansett som en berettiget og praktisk inndeling da feltsjiktets sam-

mensetning i enkelte tilfelle bedre angir typekvalitetene fra forstlig synspunkt enn bunnsjiktets planter. I andre tilfelle kan bunnsjiktets planter bedre indikere typen enn plantene i feltsjiktet.

Vegetasjonsbeskrivelsen for Ulvsjøberget forsøksområde er ikke så fullstendig som beskrivelsen fra Hirkjølen. I Ulvsjøberget har vi ikke lagt an på å lage en fullstendig artsliste for området. Levermoser som er vanskelige å bestemme ute i marka, har vi ikke tatt med. Det samme gjelder enkelte bladmoser som f. eks. *Mnium*-arter.

Nomenklaturen som er brukt, er i hovedsaken den samme som i vegetasjonsbeskrivelsen for Hirkjølen (jfr. Mork og Heiberg 1937).

2. *Vegetasjonstypene.*

Vegetasjonen i Ulvsjøberget forsøksområde kan inndeles i følgende hovedtyper:

A. Fastmarkstyper.

B. Torvmarkstyper.

Fastmarkstypene er inndelt etter de dominerende plantearter i feltsjiktet. Det er skilt ut følgende:

a. *Dryopteris*-typen.
b. *Myrtillus*-typen.
c. *Calluna*-typen.
d. *Calluna-Myrtillus*-typen.
e. *Empetrum*-typen.

Torvmarkene er inndelt dels etter de herskende plantearter i feltsjiktet, dels etter de herskende plantearter i bunnsjiktet.

1. Sumpskoger.
   a. *Vaccinium*-sumpskog.
   b. *Calluna*-sumpskog.
   c. *Equisetum*-sumpskog.
2. Myrer.
   a. *Carex globularis*-myr
   b. *Sphagnum fuscum*-myr.
   c. *Carex rostrata*-myr.
   d. *Carex lasiocarpa*-myr.
   e. *Scirpus*-myr.
   f. *Eriophorum*-myr.
   g. *Sphagnum cuspidatum*-myr.

A. Fastmarkstypene.

a. *Dryopteris-typen.*

Dryopteris-typen finnes bare på et lite areal langs bekken i den nordlige delen av området (jfr. vegetasjonskartet), og utgjør bare 0,11 % av

hele arealet. Det er en av de artsrike typene innen forsøksområdet, da det er funnet 43 forskjellige plantearter.

I feltsjiktet er det *Dryopteris linnaeana* og *D. spinulosa* som har den største frekvensprosent. Disse artene finnes i 65 % av de undersøkte ruter. *Agrostis tenuis*, *Oxalis acetosella* og *Vaccinium myrtillus* finnes i 45 % av rutene.

I bunnsjiktet er det *Hylocomium splendens* og *Polytrichum commune* som har den største frekvensprosent. Dessuten finnes det endel relativt kravfulle *Sphagnum*-arter som *Sphagnum warnstorfii*, *S. squarrosum* og *S. girgensohnii*.

b. *Myrtillus*-typen.

Myrtillus-typen finnes på relativt tørre steder i forsøksområdet. I feltsjiktet er det *Vaccinium myrtillus* som dominerer. Denne arten finnes i alle rutene og har dekningsgraden 5. *Vaccinium vitis-idaea* finnes i 95 % av de undersøkte ruter, men dekningsgraden er liten. *Empetrum* er også ganske alminnelig i denne typen.

Gras og andre urteaktige planter er det meget få arter av i *Myrtillus*-typen. Men *Deschampsia flexuosa* finnes i alle rutene og med forholdsvis stor dekningsgrad.

I bunnsjiktet finnes flere *Dicranum*-arter. Av disse er D. *scoparium* den mest alminnelige. Den har frekvensprosent 90 og dekningsgrad 2. Samme frekvens og dekningsgrad har også *Pleurozium schreberi (Hylocomium schreberi)*. *Sphagnum*-arter er ikke funnet i rutene. Derimot opptrer det en rekke lavarter. Det er *Cladonia*-artene som er mest alminnelige.

Ved en undersøkelse som er utført i Ulvsjøberget (Mork 1946), ble det funnet følgende tørrstoffmengder i nesten reine bestand av *Vaccinium myrtillus*:

	Tørrstoff-mengde, kg pr. ha	Sum
Årets blad	646	
Årets skudd	366	1 012 kg
Plantemasse over jorda	5 092	
Plantemasse i underjordiske deler	6 912	12 004 kg

Den årlige tørrstoffproduksjon i form av blad er omtrent dobbelt så stor som i årets skudd. Tilsammen utgjør produksjonen ca. 1000 kg pr. ha. Tallene viser ellers at tørrvekten av de underjordiske delene er større enn av den overjordiske plantemassen. I alt er tørrstoffmengden ca. 12 000 kg pr. ha.

Det er utført endel kjemiske analyser av *Vaccinium myrtillus*:

Prosent av tørrstoffet

	Sukker	N	Ca	K	P	Aske
Årets blad	17,8	1,48	0,92	0,93	0,15	7,77
Årets skudd	9,4	1,37	0,75	0,48	0,13	3,17
Eldre skudd	3,9	0,74	0,46	0,27	0,07	2,16

Analysetallene viser at de grønne bladene er rike både på sukker, kvelstoff og mineralstoffer. Strøet fra blåbær er således forholdsvis næringsrikt. Innholdet av sukker og kvelstoff synes å være større enn i bjørkelauv fra samme slags jordsmonn (Mork 1942).

Skogen på *Myrtillus*-typen består i vesentlig grad av gran. Typen dekker knapt 9 % av forsøksområdet.

c. *Calluna-typen.*

I denne typen finnes *Calluna vulgaris* med største dekningsgrad i alle rutene. *Empetrum* og *Vaccinium vitis-idaea* finnes spredt, men dekkes av den meget tettere og høyere *Calluna*-vegetasjon. Det som særpreger denne typen er ellers at det ikke er funnet andre gras- og urteaktige planter enn *Deschampsia flexuosa.*

I bunnsjiktet er det *Pleurozium schreberi* som er mest utbredt. Den gjennomsnittlige dekningsgraden er 3. *Dicranum bergeri* og *D. robustum* er også vanlige på denne typen, men de har liten dekningsgrad.

Sphagnum-arter er ikke påvist. Det er derimot en rekke lavarter. *Cladonia silvatica* og *C. rangiferina* er de mest alminnelige.

Calluna-typen dekker vel en femtedel av hele forsøksområdet. Skogen er glissen og består for det aller meste av furu.

Calluna-vegetasjonen kan til dels bli meget tett og høy i slik fjellskog. Av undersøkelser som ble utført i Ulvsjøberget 1944 (Mork 1946 s. 311–313) framgår det at det ble funnet en røsslyngplante som var 160 cm lang med en tørrstoffvekt på 334 g. Planten var 58 år gammel.

I et nesten reint bestand av *Calluna* ble tørrstoffmengden i forskjellige deler av denne plantearten undersøkt. Analysene ga følgende resultat:

	Tørrstoff-mengde, kg pr. ha	Sum
Årets blad	1 421	
Årets skudd	142	1 563 kg
Eldre blad	2 250	
Eldre skudd	10 380	12 630 kg
Plantemasse over jorda	14 193	
Plantemasse i underjordiske deler	9 544	23 737 kg

Fig. 2. Glissen furuskog på *Calluna*-type ved Ulvsjøen.

Tilveksten i form av årets blad og skudd utgjør ca. 1560 kg pr. ha. Dertil kommer tilveksten på de eldre stamme- og rotdeler. Den overjordiske plantemasse utgjør ca. 14 200 kg tørrstoff pr. ha. Dette svarer til en kubikkmasse på 35 m³ pr. ha. Skogens kubikkmasse der denne vegetasjonstypen finnes, er betydelig mindre.

Kjemiske undersøkelser av forskjellige deler av *Calluna*-planter ga følgende resultat:

Prosent av tørrstoffet

	Sukker	N	Ca	K	P	Aske
Årets blad	17,9	1,09	0,47	0,52	0,11	2,86
Årets skudd	9,4	1,02	0,40	0,56	0,12	1,48
Eldre blad	17,1	0,99	0,57	0,33	0,11	3,06
Eldre skudd	6,4	0,54	0,17	0,24	0,07	2,98

Siste års blad er like rike på sukker som blåbærbladene, men forøvrig er det kjemiske innhold av de bestemte stoffene stort sett betydelig mindre i røsslyng enn i blåbærlyng fra samme skog.

d. *Calluna-Myrtillus-typen.*

Denne typen dekker ca. 18 % av forsøksområdet og er, som navnet antyder, en blandingstype, der *Calluna* på den ene side og de tre *Vaccinium-*

Fig. 3. *Calluna*-type opp mot tregrensa ca. 790 m o.h.

artene på den annen side er omtrent like meget representert. Typen finnes på noe fuktigere mark enn de to foregående. *Sphagnum acutifolium* opptrer ofte i bunnsjiktet. En vesentlig forskjell fra *Myrtillus*- og *Calluna*-typen er at en i denne blandingstypen som regel finner stort innslag av *Vaccinium uliginosum*.

Av gras og andre urteaktige planter er bare funnet *Melampyrum pratense* og *Carex globularis*. Bunnsjiktet består i overveiende grad av *Dicranum scoparium* og *Pleurozium schreberi*. Dessuten finnes en rekke *Cladonia*-arter, *C. rangiferina* og *C. silvatica* er mest alminnelige.

Skogen består av furu med spredte trær av bjørk.

e. *Empetrum-typen.*

Empetrum-typen er meget artsfattig. Den forekommer på vindblåste koller ved skoggrensa. Typen utgjør bare 0,07 % av arealet. Det er karakteristisk at det forekommer rikelig av *Arctostaphylos alpina*, og at det nesten mangler et bunnsjikt. Bare i noen ruter har en funnet *Polytrichum juniperinum*. Forøvrig er *Empetrum*-vegetasjonen så tett at det ikke finnes planter i bunnsjiktet. Typen er som regel uten trevegetasjon.

B. Torvmarkstyper.

1. Sumpskoger.

Arealene med sumpskog i Ulvsjøberget har for det meste jordsmonn som er henført til humuspodsol med råhumus eller humuspodsol med

Fig. 4. Glissen skog på *Calluna-Myrtillus*-type i skråning ned mot Ulvsjøen.

torv. Vegetasjonstypene sumpskog kan også finnes på meget tykke torvlag (jfr. MALMSTRÖM 1928 s. 323). Vegetasjonen består av plantearter som trives der det er stor jordfuktighet. Sumpskog og forsumpet skogsmark er to forskjellige begreper. En sumpskog er en type som er temmelig konstant både når det gjelder fuktighet og artssammensetning. Forsumpet skogsmark derimot er en tilstand som er oppstått på grunn av ytre påvirkning ved f. eks. oppdemning av bekkefar, ras osv. (jfr. MALMSTRÖM 1923 s. 58).

Etter de plantearter som finnes, inndeles sumpskogene i flere typer. I Ulvsjøberget er det skilt ut tre sumpskogtyper.

a. *Vaccinium-sumpskog.*

I denne typen består feltsjiktet i overveiende grad av *Vaccinium*-arter. *V. uliginosum* har den største dekningsgraden. *Andromeda polifolia* fore-

kommer i samtlige ruter. Det finnes ellers betydelig mer av *V. myrtillus* enn av *V. vitis-idaea*.

I gruppen gras og andre urter er det særlig *Carex globularis*, *Eriophorum vaginatum* og *Rubus chamaemorus* som er alminnelige. Det finnes også endel av *Calamagrostis neglecta*.

I bunnsjiktet finnes mest av *Sphagnum acutifolium*, *Pleurozium schreberi*, *Dicranum scoparium* og *Sphagnum girgensohnii*. Lavartene spiller her en underordnet rolle. Skogen på denne typen, som utgjør 6 % av totalarealet, er en blanding av gran, furu og bjørk. Veksten hos trærne er som regel dårlig.

b. *Calluna-sumpskog*.

Calluna-sumpskog skiller seg ut fra *Vaccinium*-sumpskog ved at feltsjiktet i vesentlig grad består av *Calluna*, mens *Vaccinium*-artene er betydelig dårligere representert.

Det er mindre av gruppen gras, halvgras og andre urter enn i foregående type. Det finnes mer av *Rubus chamaemorus*, men *Calamagrostis neglecta* mangler i denne typen.

I bunnsjiktet finnes *Sphagnum acutifolium* i alle ruter med dekningsgraden 5. Relativt kravfulle *Sphagnum*-arter som *S. girgensohnii* finnes ikke her, derimot forekommer *S. magellanicum* som er betydelig mer nøysom.

Skogen består av furu med spredte trær av bjørk. Typen dekker 18 % av forsøksområdet. Profiltypen i *Vaccinium*-sumpskog er som oftest humuspodsol med råhumus. I *Calluna*-sumpskog er det i alminnelighet humuspodsol med torv. Skogens tilvekst på denne typen er liten. De enkelte trærne vokser dårlig og skogen er som regel meget glissen.

c. *Equisetum-sumpskog*.

Karakteristisk for denne typen er at *Equisetum*-artene preger feltsjiktet. Lyngartene forekommer bare spredt. Det finnes derimot en rekke relativt kravfulle plantearter som *Agrostis tenuis*, *Carex brunnescens*, *C. globularis*, *C. goodenowii*, *C. lasiocarpa*, *C. stellulata*, *C. vaginata*, *Geranium silvaticum* og *Pyrola*-arter.

I bunnsjiktet finnes brunmoser som *Aulacomnium palustre*, *Calliergon stramineum*, *Campylium stellatum* og *Drepanocladus*-arter. Det opptrer også forholdsvis kravfulle *Sphagnum*-arter som *S. angustifolium*, *S. girgensohnii* og *S. squarrosum*.

Equisetum-sumpskog finnes på fuktig mark der grunnvannet er i bevegelse så det blir relativt surstoffrikt. Det er den artsrikeste typen innen forsøksområdet. Det er i alt bestemt ca. 65 forskjellige arter. Av trær finnes bjørk, gran, or, furu og rogn. Av busker finnes *Salix*-arter og einer.

På denne typen er skogens tilvekst relativt god. Det er sjelden å finne så veksterlige trær i noen av de andre typene innen området.

2. *Myrer.*

Myrsamfunnene er inndelt etter de planteartene som preger typen. Det er skilt ut følgende typer:

a. *Carex globularis*-myr
b. *Sphagnum fuscum*-myr
c. *Carex rostrata*-myr
d. *Carex lasiocarpa*-myr
e. *Scirpus*-myr
f. *Eriophorum*-myr
g. *Sphagnum cuspidatum*-myr.

a. *Carex globularis*-myr.

En av de mest utbredte myrtypene innen forsøksområdet er *Carex globularis*-myr. Den utgjør ca. 7 % av totalarealet. Det finnes spredte eksemplarer av furu, gran og bjørk. Av lyng er det *Andromeda polifolia* og *Vaccinium uliginosum* som er mest utbredt. Dessuten finnes *Calluna* og *Oxycoccus.*

Blant gruppen gras, halvgras og andre urter er det *Carex globularis* som har den største dekningsgraden. Dessuten finnes *C. lasiocarpa* og *C. pauciflora*, *Rubus chamaemorus* og *Scirpus caespitosus.* Men typen er meget artsfattig.

I bunnsjiktet er det *Sphagnum acutifolium* som har størst frekvens- og dekningsgrad. Dessuten finnes *Sphagnum magellanicum* og *S. russowii. Cladonia*-arter er hyppige.

Denne myrtypen har som regel relativt grunt torvlag og den er sjelden trebar. Dette er således en av de typene som det under visse forhold kan være forsvarlig å grøfte.

b. *Sphagnum fuscum-myr.*

Denne myrtypen er også alminnelig utbredt innen forsøksområdet. Som foregående type dekker den ca. 7 % av arealet. Typen har fått sitt navn etter den dominerende plantearten i bunnsjiktet, da det av gras, halvgras og andre urter finnes få og lite karakteristiske arter.

Sphagnum fuscum danner tette og kompakte tuer. Den forekommer i alle ruter med en gjennomsnittlig dekningsgrad av 3. Mellom disse tuene vokser *Sphagnum acutifolium* og *S. russowii. Dicranum bergeri* og *Pleurozium schreberi* finnes i bunnsjiktet.

Det som forøvrig særpreger denne typen er *Betula nana* i busksjiktet og

Vaccinium uliginosum i feltsjiktet. MALMSTRÖM (1923, 1926 og 1928) kaller denne typen «rismosse» («*Sphagnum fuscum*-rismosse»). I feltsjiktet finnes dessuten *Empetrum*, *Andromeda*, *Calluna*, *Vaccinium myrtillus* og *V. vitis-idaea*.

Av gras, halvgras og andre urter er det funnet *Rubus chamaemorus* som forekommer i alle ruter, og ellers bare *Eriophorum vaginatum* og *Melampyrum pratense*. Denne myrtypen er oftest trebar, men småplanter av furu forekommer ofte.

c. *Carex rostrata-myr.*

Typisk for disse myrene er at de som regel er uten trevegetasjon og uten busker. Av lyngarter er det bare funnet *Andromeda* og *Oxycoccus*. Foruten *Carex rostrata* som finnes i alle rutene med en gjennomsnittlig dekningsgrad av 4, opptrer *C. lasiocarpa*, *C. magellanica*, *C. limosa* og *C. pauciflora*. Av urter finnes *Comarum palustre* og *Eriophorum vaginatum*.

I bunnsjiktet er det bare funnet *Sphagnum lindbergii*. Ofte mangler bunnsjiktet i den tette *C. rostrata*-vegetasjonen. Det står her ofte vann langt oppover stengelen på *Carex*-plantene.

Denne typen er forholdsvis lite utbredt. Den utgjør bare 0,3 % av arealet.

d. *Carex lasiocarpa-myr.*

Trær finnes som regel ikke på denne typen og av busker er det i alminnelighet ikke andre enn *Betula nana*. Av lyngarter er det *Andromeda polifolia* og *Oxycoccus microcarpus* som er mest alminnelige. I felt-sjiktet finnes foruten *Carex lasiocarpa*, som forekommer i alle undersøkte ruter, *Scirpus caespitosus*, *Carex rostrata*, *C. chordorrhiza*, *Eriophorum polystachyum*, *E. vaginatum* og *Molinia coerulea*. Den sistnevnte arten er ikke så alminnelig i Ulvsjøberget som i Hirkjølen.

I bunnsjiktet er det *Sphagnum*-artene som er mest alminnelige, og da i første rekke *Sphagnum magellanicum*, *S. russowii*, *S. warnstorfii*, *S. jensenii*, *S. centrale* og *S. cuspidatum*. Denne typen dekker bare 1 % av totalarealet.

e. *Scirpus-myr.*

Denne typen er også oftest trebar, men småplanter av furu er alminnelige. Busker mangler som regel. Av lyngarter finnes *Andromeda*, *Empetrum*, *Oxycoccus* og *Vaccinium uliginosum*. Blant gras, halvgras og andre urter er det *Scirpus caespitosus* som preger feltsjiktet. Dessuten finnes *Eriophorum vaginatum*, *Carex pauciflora*, *Rubus chamaemorus* og *Drosera*-arter.

I bunnsjiktet er *Sphagnum acutifolium* funnet i alle ruter med en gjennomsnittlig dekningsgrad av 5. Dessuten er *S. lindbergii* alminnelig utbredt. Typen utgjør ca. 4 % av totalarealet.

Fig. 5. Åpne myrarealer øst for Ulvåa ca. 650 m o.h.

f. *Eriophorum-myr.*

Eriophorum-myr skiller seg ut fra foregående type ved at den har mindre av *Scirpus caespitosus* og mer av *Eriophorum vaginatum*. *Vaccinium uliginosum* er også mer alminnelig på *Eriophorum*-typen, og en finner her dessuten ofte *Vaccinium myrtillus*. Det forekommer også noen flere arter i gruppen gras, halvgras og andre urter.

Bunnsjiktet består i vesentlig grad av *Sphagnum acutifolium*, *S. lindbergii*, *S. papillosum*, *S. russowii* og *Aulacomnium palustre*.

Dette er den mest alminnelige myrtypen idet den utgjør 7,5 % av arealet.

g. *Sphagnum cuspidatum-myr.*

På denne typen finnes hverken trær eller busker. I feltsjiktet er det *Carex limosa* som er dominerende. Ellers finnes *Scheuchzeria palustris*, *Eriophorum vaginatum* og *Carex magellanicum*.

Bunnsjiktet består av nesten rein *Sphagnum cuspidatum* som ofte vokser like ut i åpent vann. På de minst fuktige stedene finnes *Sphagnum magellanicum*. Denne typen dekker bare 10 dekar.

3. *Vegetasjonstypene i Ulvsjøberget sammenlignet med typer i Hirkjølen.*

I vegetasjonsbeskrivelsen for Hirkjølen er brukt betegnelsen *Vaccinium*-type om en vegetasjonstype som nærmest svarer til det vi for Ulvsjøberget

Fig. 6. Parti mellom skoggrensa og tregrensa ved Vardetjern.

har kalt *Dryopteris*-type. Forskjellen mellom disse typene er at det i Hirkjølen finnes mange flere arter både i feltsjiktet og i bunnsjiktet. I Hirkjølen er denne typen meget alminnelig, mens den i Ulvsjøberget bare forekommer på et lite område i en bekkedal med frisk fuktighet.

I Hirkjølen finnes det ikke noen vegetasjonstype som tilsvarer det vi i Ulvsjøberget har kalt *Myrtillus*-typen. Sammen med *Vaccinium myrtillus* er det i Hirkjølen alltid endel urteaktige planter, bl. a. *Dryopteris linnaeana*. *Myrtillus*-typen i Ulvsjøberget er en artsfattig type som vokser på tørr mark.

Calluna-typen i Ulvsjøberget stemmer godt med hensyn til artssammensetning med de plantesamfunn som er gitt samme navn i Hirkjølen. Dette er en artsfattig type der gruppen gras og urter er representert med *Deschampsia flexuosa* og *Melampyrum pratense*. Typen stemmer godt overens med Nordhagens (1927–1928) «*Calluna*-reicher Birkenwald».

Empetrum-typen i Ulvsjøberget er mer artsfattig enn den som er beskrevet for Hirkjølen. *Arctostaphylos alpina* finnes i alle undersøkte ruter på denne typen i Ulvsjøberget, mens arten ikke finnes på samme typen i Hirkjølen der *Empetrum*-vegetasjonen er knyttet nærmere sammen med bjørkeskog.

I Ulvsjøberget er det utskilt 3 sumpskogtyper. *Vaccinium*-sumpskog, *Calluna*-sumpskog og *Equisetum*-sumpskog.

Den vesentligste forskjellen mellom *Vaccinium*-sumpskogen i Hirkjølen og i Ulvsjøberget er at en i Ulvsjøberget finner *Carex globularis* på denne typen. I Hirkjølen finnes ikke *C. globularis* på noen type. Derimot er den meget alminnelig i Ulvsjøberget. Dette er en karakterplante på surt og ugunstig jordsmonn av sparagmittbergarter i Trysil-traktene.

I Hirkjølen er det ikke utskilt noen *Calluna*-sumpskog. I Ulvsjøberget er dette en ganske alminnelig utbredt type og preges av *Calluna* i feltsjiktet og *Sphagnum acutifolium* i bunnsjiktet. Praktiserende forstfolk kaller denne typen «røsslyng med sur torv».

Equisetum-sumpskogen i Ulvsjøberget er den artsrikeste av alle typer. I Hirkjølen er det ikke utskilt noen slik type, men Malmström (1928) har beskrevet den fra Nord-Sverige. Artssammensetningen er meget lik Malmströms «Fräken-rik gransumpskog». Det er oftest meget fuktig der *Equisetum*-sumpskog forekommer, men vannet er som regel i bevegelse og derfor relativt surstoffrikt. Trærne vokser til dels ganske godt på denne typen.

Myrene er inndelt i flere typer i Ulvsjøberget enn i Hirkjølen. Vi har således skjelnet mellom *Scirpus*-myr og *Eriophorum*-myr. Disse to tilsammen motsvarer nærmest det som i Hirkjølen ble kalt bustmyr. Men som en vesentlig forskjell kan nevnes at det i bunnsjiktet i disse typene forekommer en rekke brunmoser i Hirkjølen. I Ulvsjøberget består bunnsjiktet i vesentlig grad av *Sphagnum acutifolium*. De såkalte bustmyrene i Hirkjølen er altså relativt gode myrer jamført med myrene i Ulvsjøberget.

En annen forskjell på disse typene er at en i Hirkjølen finner *Molinia coerulea*, mens arten mangler på de motsvarende typene i Ulvsjøberget.

Den vegetasjonstypen som i Ulvsjøberget er kalt *Sphagnum fuscum*-myr, svarer helt til det som i Hirkjølen er gitt betegnelsen rismyr.

Typene *Carex rostrata*-myr og *C. lasiocarpa*-myr finnes også i Hirkjølen, men arealene var så små at de ikke ble skilt ut på vegetasjonskartet, men slått sammen under benevnelsen starrmyr. *Carex globularis*-myr finnes ikke i Hirkjølen. Den typen som forekommer i Ulvsjøberget, stemmer ganske godt med Malmströms (1923) «Klotstarr-rismosse» (jfr. også Malmström 1928 s. 344).

I Ulvsjøberget har vi ikke funnet noen arter av blomsterplanter som Nyhuus (1937) ikke har nevnt i sitt arbeide om floraen i Trysil.

4. *Plantearter funnet utenom de analyserte vegetasjonsrutene.*

Achillea millefolium	*Carex flava*
Alchemilla vulgaris	*Carex rigida*
Anthoxanthum odoratum	*Cerastium caespitosum*
Campanula rotundifolia	*Chamaenerium angustifolium*

Dryopteris austriaca
Equisetum fluviatile (Ulvsjøen)
Equisetum palustre
Eriophorum latifolium
Eriophorum polystachyum
Festuca rubra
Filipendula ulmaria
Geum rivale
Leucobryum glaucum
Luzula campestris
Myriophyllum alterniflorum (Ulvsjøen)
Nardus stricta
Nuphar luteum (Ulvsjøen)
Pedicularis lapponica
Phleum alpinum
Phleum pratense
Poa alpina
Poa annua
Poa pratense
Polygonum viviparum
Ranunculus acris
Rumex acetosella
Selaginella selaginoides
Sparganium hyperboreum (Ulvsjøen)
Sparganium minimum (Ulvsjøen)
Sphagnum compactum
Trifolium repens
Urtica dioica
Utricularia ochroleuca (Ulvsjøen)

III. Jamføring mellom jordbunns- og vegetasjonskart.

Når en sammenligner jordbunnskartet med vegetasjonskartet over Ulvsjøberget, ser en at vegetasjonskartet enkelte steder viser myr der det på jordbunnskartet er avlagt humuspodsol med torv.

Forskjellen mellom sumpjord og humuspodsol med torv er at en i humuspodsol med torv har et bleikjordsjikt under torvlaget. Som regel er torvlaget under 30 cm, men det kan også være endel tykkere. Myrarealene på vegetasjonskartet er altså til dels noe større enn det som er angitt som sumpjord på jordbunnskartet, fordi det kan finnes typisk myrvegetasjon på steder som jordbunnsmessig må sies å være fastmark.

Disse forskjellene i kartbildet innebærer ingen uoverensstemmelse. Et vegetasjonskart skal vise utbredelsen av forskjellige vegetasjonstyper, uavhengig av profiltypene. På denne måten kan en også få fram hvor meget en har av fastmark med myrvegetasjon. Opplysninger om slike forhold kan være til stor nytte når en skal planlegge grøftenett i disse områdene.

Ved jamføring av vegetasjons- og jordbunnskartet, viser det seg at *Myrtillus*-typen særlig finnes på jernhumuspodsol og til dels på humuspodsol med råhumus. Under *Calluna*-typen er profilet dels jernhumuspodsol dels humuspodsol med råhumus, avhengig av typens beliggenhet i terrenget og fuktighetsgraden. *Calluna-Myrtillus*-typen har oftest humuspodsol med råhumus. Profilet i *Calluna*-sumpskog derimot er som regel humuspodsol med torv. Det samme gjelder *Vaccinium*-sumpskog.

I Ulvsjøberget forsøksområde skal det i første rekke utføres forsøk med skogkultur i fjellskog. Ved anlegg av slike forsøk er det fordelaktig

å ha kart der vegetasjonstypene og jordsmonntypene er avlagt. Hensikten med disse undersøkelsene er altså i første rekke å skaffe til veie data som en ved seinere kulturforsøk kan ha nytte av. Sammenlignende forsøk bør legges på så ensartet mark som mulig. Når en har et slikt kartmateriale med beskrivelse over jordbunn og vegetasjon, er det lettere enn ellers å plasere de forskjellige forsøksseriene tilfredsstillende.

Da Ulvsjøberget forsøksområde ligger relativt høyt over havet (mellom 645 og 801 m o. h.), er sommeren kort. Fordunstningen fra jordoverflaten og vegetasjonen blir relativt liten, og nedbøren er også forholdsvis stor. Derfor blir fastmarksarealet forholdsvis lite og myrarealet stort.

Myrene utgjør tilsammen ca. 27 % av arealet og sumpskogtypene ca. 25 %. Det er således bare 48 % av arealet der det er mulighet for nevneverdig skogproduksjon uten grøfting.

Siden vegetasjonskartet ble tatt opp i 1937, er de beste sumpskogmarkene og endel av de grunneste og beste myrtypene grøftet. Til forsøk med gjødsling vil det også bli grøftet endel av de andre myrtypene.

Forsøk med løpebrenning og etterfølgende planting av gran er alt for en tid siden anlagt på *Myrtillus*-typen. På *Calluna*-typen er det utført løpebrenning med etterfølgende såing og delvis planting av furu. Resultatene av disse kulturforsøkene vil bli publisert seinere.

IV. Sammendrag.

Det er tegnet kart over vegetasjonstypene i Ulvsjøberget forsøksområde i Trysil. Dette forsøksområdet er en typisk fjellskog. Totalarealet er 4192 dekar, og det aller meste av området ligger over 650 m o. h. Skoggrensa går opp til 795 m o. h., og høyeste punkt ligger på 801 m o. h.

Det er utskilt 5 fastmarkstyper: *Dryopteris*-typen, *Myrtillus*-typen, *Calluna*-typen, *Calluna-Myrtillus*-typen og *Empetrum*-typen. *Calluna*-typen utgjør ca. 22 % av arealet, og *Calluna-Myrtillus*-typen ca. 18 %. Av *Myrtillus*-typen er det ca. 9 %. *Dryopteris*-typen og *Empetrum*-typen utgjør tilsammen bare 0,18 %. Fastmarkstypene dekker i alt knapt halvparten av arealet.

Artssammensetningen i de forskjellige typene framgår av vegetasjonsanalysene som det er gitt et sammendrag av i tab. 2.

Alle fastmarkstypene er artsfattige. Dette har sammenheng med at jordsmonnet er sterkt podsolert (jfr. jordbunnsbeskrivelsen av Låg og Mork [1959]).

Det er utskilt 3 sumpskogtyper: *Vaccinium*-sumpskog, *Calluna*-sumpskog og *Equisetum*-sumpskog.

Calluna-sumpskogen dekker ca. 18 % av arealet, *Vaccinium*-sumpskogen 6 % og *Equisetum*-sumpskogen 0,6 %.

Calluna-sumpskogen er meget artsfattig med overveiende *Calluna* i feltsjiktet og *Sphagnum acutifolium* i bunnsjiktet. *Rubus chamaemorus* forekommer hyppig i denne typen. Skogen er glissen og uveksterlig. *Vaccinium*-sumpskogen er en bedre type enn foregående, med bedre tilvekst på trærne. Ved siden av *Vaccinium*-artene finnes f. eks. *Calamagrostis neglecta* og *Sphagnum girgensohnii*.

Equisetum-sumpskogen er relativt artsrik med en forholdsris rik flora av gras og andre urter. I bunnsjiktet forekommer relativt kravfulle moser som *Campylium stellatum*, *Calliergon stramineum* og *Drepanocladus*-arter, og dessuten endel forholdsvis kravfulle *Sphagnum*-arter. Da grunnvannet i denne typen som regel er i bevegelse, er det forholdsvis surstoffrikt, og trærne vokser ganske godt på denne typen. Hovedtreslaget er gran, men det finnes også bjørk, or, furu og rogn. På *Myrtillus*-typen er det nesten rein granskog. Ellers er det furu som er mest alminnelig i forsøksområdet.

På vegetasjonskartet er det utskilt 7 forskjellige myrtyper: *Carex globularis*-myr, *C. rostrata*-myr, *C. lasiocarpa*-myr, *Scirpus*-myr, *Eriophorum*-myr, *Sphagnum fuscum*-myr og *S. cuspidatum*-myr.

Myrene utgjør tilsammen ca. 27 % av arealet. Myrer som er henført til *Carex globularis*-typen, utgjør 6,8 %. Disse har som regel relativt grunne torvlag, og det finnes spredte trær av furu, gran og bjørk. Grøfting kan være berettiget for *Carex globularis*-typen. De øvrige myrtypene er som regel trebare med til dels tykke torvlag.

Tabell 1. Vegetasjonstypenes areal i dekar og %.
Area of vegetation types in decares and %.

	Dekar *Decares*	%
Dryopteris-typen	4,8	0,11
Myrtillus-typen	371,0	8,85
Calluna-typen	907,9	21,66
Calluna-Myrtillus-typen	750,8	17,91
Empetrum-typen	2,8	0,07
Vaccinium-sumpskog	252,9	6,03
Calluna-sumpskog	748,5	17,85
Equisetum-sumpskog	25,6	0,61
Carex globularis-myr	283,8	6,77
Sphagnum fuscum-myr	274,7	6,55
Carex rostrata-myr	12,5	0,30
Carex lasiocarpa-myr	40,2	0,96
Scirpus-myr	173,8	4,15
Eriophorum-myr	316,2	7,54
Sphagnum cuspidatum-myr	10,3	0,25
Vatn	16,5	0,39
Totalareal. *Total area*	4 192,3	100 %

V. Referert litteratur.

LÅG, J. og MORK, E. [1959]: Jordsmonnet i Ulvsjøberget forsøksområde. (Under trykning i Medd. fra Det norske Skogforsøksvesen.)

MALMSTRÖM, C. (1923): Degerö stormyr. – Medd. från Statens skogsförsöksanstalt. H. 20, 1923, 1–207. – Stockholm.

MALMSTRÖM, C. (1926): The Experiment Forest of Kulbäksliden and Svartberget in North Sweden. 2. Vegetation. – Skogsförsöksanstaltens Exkursionsledare XI, s. 27–87. – Stockholm.

MALMSTRÖM, C. (1928): Våra torvmarker ur skogsdikningssynspunkt. Medd. från Statens skogsförsöksanstalt. H. 24, 1927–28, 257–372. – Stockholm.

MORK, E. og HEIBERG, H. H. H. (1937): Om vegetasjonen i Hirkjølen forsøksområde. – Medd. fra Det norske Skogforsøksvesen. Nr. 19. Bd. 5, s. 617–684. – Oslo.

MORK, E. (1942): Om strøfallet i våre skoger. – Medd. fra Det norske Skogforsøksvesen. Nr. 29. Bd. 8, s. 297–365. – Oslo.

MORK, E. (1946): Om skogbunnens lyngvegetasjon. – Medd. fra Det norske Skogforsøksvesen. Nr. 33. Bd. 9, s. 269–356. – Oslo.

NORDHAGEN, R. (1927–1928): Die Vegetation und Flora des Sylenegebietes. – Skrifter utgitt av Det Norske Videnskaps-Akademi i Oslo. I. Matematisk-Naturvidenskapelig Klasse. 1927. No. 1. 612. s. – Oslo.

NYHUUS, O. (1936): Floraen i Trysil. – Nytt Magasin for Naturvidenskaperne. Bd. 76, s. 21–72. – Oslo.

VI. The Vegetation in Ulvsjøberget Experimental Area.

Ulvsjøberget Experimental Area lies in the District of Trysil, Hedmark County. It is an area of typical alpine forest, situated almost entirely above 650 m. The timber line reaches an altitude of 795 m, and the highest point of the area lies 801 m above sea level. The geographical coordinates of this mountain top are 61°11′ N and 1°12′ E, Oslo meridian. The total area is 419.2 hectare of which 24.7 lie above the timber line.

Scots pine *(Pinus silvestris)* makes up 60 % and Norway spruce *(Picea abies)* 40 % of the cubic content of the conferous forest in the Ulvsjøberget Experimental Area. The pine forest is very sparced, indeed so that it is difficult to decide whether some localities should be classified as forest or scattered occurrence of trees.

The average cubic content of those parts which can be classified as forest is about 11 cu.m per hectare, and the average annual increment about 0.38 cu.m per hectare.

A vegetational map of this area was prepared and the various vegetational types indicated by different kinds of shading (see map).

The vegetational analyses were carried out on small sample plots of 4 sq.m. Each square metre within these was analyzed separately and treated as a separate quadrat under the calculation of frequency percentages and cover. In the main table (Tab. 2) F % indicates ferquency percentage (percentage of sample plots in which a species occurs) and D

covering (average covering in sample plots in which a species occurs).

The quadrats were laid out in places in which the plant community was supposed to be most characteristic of the type in question. The small quadrats (1 sq.m.) were laid out in blocks of 4 sq.m. An analytical series consisted of 20 small quadrats.

The covering given in the vegetation table was estimated by means of HULT-SERNANDER's 5-point scale:

5. covering 50 % to 100 % of the quadrat
4. covering 25 % to 50 % of the quadrat
3. covering 12 % to 25 % of the quadrat
2. covering 6 % to 12 % of the quadrat
1. covering less than 6 % of the quadrat.

The occurrence of species with very sparse covering is indicated by +.

The tree species recorded in these analyses were small plants under 30 cm high.

The vegetational types indicated on the map were intended to facilitate subsequent layouts of artificial regeneration plots. Therefore, in the classification the main emphasis was, as a rule, laid on the plant species dominating the vegetation in the herb layer. Among the classifications used were e.g. the *Calluna* type, the *Myrtillus* type, the *Equisetum* swamp-forest, etc. The division into bog types, on the other hand, was partly based on the most characteristic plant species occurring in the herb layer, e.g. *Carex globularis* bog, *C. rostrata* bog, etc., partly on the presence of plants characteristic of the moss layer, e.g. *Sphagnum fuscum* bog, *S. cuspidatum* bog, etc. *Sphagnum fuscum* is a better indicator in that type of bog than scattered plants occurring in the herb layer. On the other hand, *Carex rostrata* is a better indicator than the mosses. This classification is in our opinion justifiable as well as practical, since the composition of the herb layer in some cases is a better indicator of the properties of the type from a forester's point of view than the plants belonging to the moss layer. In other cases the plants occurring in the moss layer may be the best indicator of the type.

Five types on firm land were recognized, namely the *Dryopteris* type, the *Myrtillus* type, the *Calluna* type, the *Calluna-Myrtillus* type, and the *Empetrum* type. The areas of the different types will be seen from Tab. 2.

The *Calluna* type constitutes about 22 % of the area, the *Calluna-Myrtillus* type about 18 %. The *Myrtillus* type makes up about 9 % and the *Dryopteris* type and the *Empetrum* type 0.18 % only. The types on firm land cover a total of approximately one-half of the area.

The occurrence of the species within the different types will be seen from the vegetational analyses, summarized in Tab. 2.

All the above-mentioned types contained but few species owing to the fact that the soils were heavily leached (cf. LÅG and MORK [1959]).

Three swamp-forest types were recognized: *Vaccinium* swamp-forest, *Calluna* swamp-forest, and *Equisetum* swamp-forest.

The *Calluna* swamp-forest type covered about 18 % of the area, the *Vaccinium* swamp-forest 6 %, and the *Equisetum* swamp-forest 0.6 %.

The *Calluna* swamp-forest contained very few species. *Calluna* was dominant in the herb layer and *Sphagnum acutifolium* in the moss layer. *Rubus chamaemorus* occurred frequently in this type. The forest was thinly stocked and stunted.

The *Vaccinium* swamp-forest was of a more luxuriant type. The trees showed a more vigorous growth. *Calamagrostis neglecta* and *Sphagnum girgensohnii* were found in this forest together with *Vaccinium* species.

The *Equisetum* swamp-forest was comparatively rich in species and had a relatively abundant flora of grasses and herbs. Mosses with a comparatively high nutrient demand as *Campylium stellatum*, *Calliergon stramineum*, and *Drepanocladus* sp. occurred. Norway spruce was the principal tree species, but birch, alder, Scots pine, and rowan were also found. As the groundwater in this type is generally in motion it is comparatively rich in oxygen. The trees grow relatively well.

Seven different types of bogs were recognized on the vegetational map, namely: *Carex globularis* bog, *C. rostrata* bog, *C. lasiocarpa* bog, *Scirpus* bog, *Eriophorum* bog, *Sphagnum fuscum* bog, and *S. cuspidatum* bog.

The bogs constitute in all about 27 % of the total area. Bogs classified under the *Carex globularis* type amounted to 6.8 %. They had as a rule relatively shallow peat layers and scattered occurrences of trees of pine, spruce, and birch, which would seem to justify artificial drainage in this type. The remaining types of bogs were usually bare with deep layers of peat in some places.

A comparison of the vegetational map and the soil map shows that iron-humus podzol profiles and partly humus podzol profiles with raw humus are generally found under the *Myrtillus* type. The *Calluna* type covers partly iron-humus podzol and partly humus podzol with raw humus. The topographical situation and the moisture conditions are decisive factors in this case. The *Calluna-Myrtillus* type occurs most often on humus podzol with raw humus. The profiles under the *Calluna* swamp-forest, on the other hand, are, as a rule, humus podzol with peat, and so are the soils under the *Vaccinium* swamp-forest.

The summer at Ulvsjøberget Experimental Area is short owing to the relatively high altitude, and the evaporation from the soil and the vegetation is comparatively low. Precipitation is abundant. As a result of

these conditions the area of firm land is rather small and the bog area large. The bogs constitute in all about 27 % of the total area and the swamp-forest types about 25 %, which leaves but 48 % of the area with possibilities for a satisfactory forest production without artificial drainage.

Since the vegetational map was prepared in 1937, the best swamp-forest fields and some of the best and shallowest bogs have been drained. Some experimental drainage will also be carried out on some of the other bog types in connection with artificial fertilization.

Experiments with burning over and subsequent planting of spruce have already been laid out on the *Myrtillus* type. Burning over, with subsequent sowing and partial planting of pine, have been carried out on the *Calluna* types. The results from these artificial regeneration experiments will be published later.

TABELL 2

Tabell 2.

	Dryopteris-type		Myrtillus-type		Calluna-type		Cal.-Myrtillus-type		Empetrum-type		Vaccinium-sumpskog	
	F%	D	F%	D	F%	D	F%	D	F%	D	F%	D
Trær	30	–	15	–	30	–	15	–	–	–	15	–
Alnus incana	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Betula	30	–	15	–	5	–	–	–	–	–	15	–
Picea abies	–	–	–	–	5	–	–	–	–	–	–	–
Pinus silvestris	–	–	–	–	20	–	15	–	–	–	5	–
Salix caprea	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Sorbus aucuparia	10	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Busker	–	–	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Betula nana	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Juniperus	–	–	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Salix glauca	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
S. phylicifolia	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Lyng	45	1	100	5	100	5	100	5	100	5	100	5
Andromeda polifolia	–	–	–	–	30	–	80	1	–	–	100	1
Arctostaphylos alpina	–	–	–	–	20	–	–	–	100	2	–	–
Calluna vulgaris	–	–	35	–	100	5	100	4	15	–	20	–
Empetrum hermaphroditum	–	–	50	1	90	1	100	3	100	4	95	2
Linnaea borealis	40	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Lycopodium annotium	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Oxycoccus microcarpus	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
O. quadripetalus	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Vaccinium myrtillus	45	1	100	5	85	1	100	2	35	–	100	2
V. uliginosum	–	–	20	–	10	–	90	3	–	–	100	4
V. vitis idaea	10	–	95	1	100	1	100	1	100	1	100	1
Gras, halvgras og andre urter	100	4	100	4	55	–	100	2	–	–	100	3
Agrostis borealis	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
A. tenuis	55	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Calamagrostis neglecta	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	20	–
C. purpurea	20	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Carex brunnescens	40	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
C. canescens	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
C. chordorrhiza	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
C. elongata	20	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
C. globularis	–	–	–	–	–	–	20	–	–	–	65	1
C. goodenowii	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
C. lasiocarpa	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
C. limosa	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
C. magellanica	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
C. pauciflora	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
C. rostrata	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
C. stellulata	20	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
C. vaginata	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Crepis paludosa	10	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Chrysosplenium alternifolium	20	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Comarum palustre	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Deschampsia caespitosa	30	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Calluna-sumpskog		Equisetum-sumpskog		Carex globularis-myr		Sphagnum fuscum-myr		Carex rostrata-myr		Carex lasiocarpa-myr		Scirpus-myr		Eriophorum-myr		Sphagnum cuspidatum-myr	
F %	D	F %	D	F %	D	F %	D	F %	D	F %	D	F %	D	F %	D	F %	D
15	–	65	1	5	–	–	–	–	–	10	–	20	–	5	–	–	–
–	–	10	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
5	–	65	1	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	15	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
15	–	–	–	5	–	25	–	–	–	5	–	20	–	20	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	5	–	5	–	–	–	–	–	–	–
–	–	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	45	1	–	–	100	2	–	–	60	1	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	100	2	–	–	60	1	–	–	–	–	–	–
–	–	20	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	20	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	15	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
100	5	90	2	60	2	100	4	40	–	100	2	100	3	100	3	50	–
95	1	–	–	60	1	100	–	10	–	100	1	100	2	100	1	40	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
100	4	–	–	–	–	35	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
90	1	70	–	60	1	70	1	–	–	5	–	15	–	40	1	–	–
–	–	55	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	10	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
60	1	75	1	60	–	95	–	–	–	10	–	100	3	85	–	20	–
–	–	–	–	–	–	–	–	40	–	95	–	–	–	45	1	15	–
90	1	55	1	–	–	85	1	–	–	–	–	–	–	15	–	–	–
95	2	20	–	60	2	100	3	–	–	25	–	85	1	100	2	–	–
85	1	80	1	–	–	15	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
100	2	100	5	60	3	100	3	100	4	100	4	100	5	100	4	100	2
–	–	40	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	60	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	15	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	15	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
60	1	60	1	60	2	–	–	–	–	–	–	–	–	10	–	–	–
–	–	40	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	35	1	–	–	–	–	20	–	100	2	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	15	–	10	–	–	–	–	–	100	1
–	–	–	–	–	–	–	–	20	–	–	–	–	–	–	–	5	–
5	–	40	–	30	–	–	–	10	–	–	–	95	1	25	1	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	100	4	75	1	–	–	–	–	–	–
–	–	50	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	75	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	20	–	–	–	–	–	15	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	100	3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

	Dryopteris-type		Myrtillus-type		Calluna-type		Cal.-Myrtillus-type		Empetrum-type		Vaccinium-sumpskog	
	F%	D	F%	D	F%	D	F%	D	F%	D	F%	D
D. flexuosa	55	–	100	4	30	–	100	1	20	–	75	1
Drosera anglica	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
D. rotundifolia	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Dryopteris linnaeana	65	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
D. phegopteris	10	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
D. spinulosa	65	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Epilobium alsinefolium	10	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
E. lactiflorum	20	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
E. sp.	20	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Equisetum arvense	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
E. pratense	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
E. silvaticum	55	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Eriophorum polystachyum	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
E. vaginatum	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	85	1
Geranium silvaticum	20	–	–	–	–	–	–	–		–	–	–
Gnaphalium silvaticum	20	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Hieracium sp.	10	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Juncus filiformis	20	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Listera cordata	10	–	–	–	–	–	–		–	–	–	–
Luzula pilosa	55	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Majanthemum bifolium	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Melampyrum pratense	–	–	40	–	35	–	70	–	–	–	100	1
Menyanthes trifoliata	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Molinia coerulea	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Montia lamprosperma	20	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Orchis maculatus	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Oxalis acetosella	45	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Phleum alpinum	20	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Potentilla erecta	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Pyrola minor	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
P. secunda	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
P. uniflora	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Ranunculus repens	10	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Rubus chamaemorus	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	60	1
Rubus idaeus	10	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Rumex acetosa (Coll)	40	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Scheuchzeria palustris	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Scirpus caespitosus	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Solidago virgaurea	20	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Stellaria calycantha	10	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
S. nemorum	10	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
S. uliginosa	20	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Trientalis europaea	55	–	20	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Veronica officinalis	10	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Viola palustris	10	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Bladmoser og Sphagnum	100	4	100	5	100	4	100	5	5	–	100	5
Aulacomnium palustre	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	5	–
Brachythecium	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Calliergon cordifolium	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Calluna-sumpskog		Equisetum-sumpskog		Carex globularis-myr		Sphagnum fuscum-myr		Carex rostrata-myr		Carex lasiocarpa-myr		Scirpus-myr		Eriophorum-myr		Sphagnum cuspidatum-myr	
F%	D	F%	D	F%	D	F%	D	F%	D	F%	D	F%	D	F%	D	F%	D
40	–	65	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	20	–	40	–	5	–	–	–
–	–	–	–	30	–	–	–	–	–	5	–	60	–	25	–	–	–
–	–	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	80	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	10	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	40	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	15	–	–	–	–	–	40	–	45	–	–	–	–	–	–	–
80	1	45	–	60	1	100	2	–	–	45	–	100	2	100	3	60	1
–	–	40	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	15	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	20	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
50	–	45	–	20	–	55	–	–	–	–	–	–	–	15	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	5	–	–	–	–	–	–	–
–	–	15	–	–	–	–	–	–	–	20	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	20	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	50	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	20	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	15	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	20	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
70	1	85	1	50	1	100	2	–	–	20	–	20	–	20	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	40	1
–	–	–	–	25	–	–	–	–	–	100	2	100	4	35	1	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	35	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	100	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	20	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
100	5	100	5	60	3	100	5	100	4	75	3	100	5	100	5	100	5
–	–	50	–	5	–	30	–	–	–	5	–	–	–	5	–	–	–
–	–	–	–	25	–	–	–	–	–	–	–	–	–	20	–	–	–
–	–	20	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

	Dryopteris-type		Myrtillus-type		Calluna-type		Cal.-Myrtillus-type		Empetrum-type		Vaccinium-sumpskog	
	F%	D	F%	D	F%	D	F%	D	F%	D	F%	D
C. stramineum	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Campylium stellatum	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Dicranum bergeri	–	–	35	–	100	1	–	–	–	–	–	–
D. fuscescens	–	–	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–
D. robustum	–	–	65	1	85	1	–	–	–	–	–	–
D. schoparium	20	–	90	2	–	–	100	4	–	–	75	1
D. spurium	–	–	30	–	–	–	–	–	–	–	–	–
D. sp.	–	–	5	–	–	–	5	–	–	–	–	–
D. majus	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	15	–
D. undulatum	–	–	–	–	15	–	–	–	–	–	–	–
Drepanocladus intermedius	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
D. uncinatus	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
D. sp.	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Hylocomium splendens	45	1	65	1	20	–	–	–	–	–	5	–
H. umbratum	10	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Mnium lycopodioides	30	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
M. sp.	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Philonotis fontana	40	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Plagiothecium silvaticum	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Pleurozium schreberi	30	–	90	2	95	3	100	3	–	–	95	3
Polytrichum commune	45	1	–	–	–	–	–	–	–	–	20	–
P. formosum	20	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
P. juniperinum	–	–	–	–	–	–	–	–	10	–	–	–
P. strictum	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	40	–
Ptilium crista-castrensis	10	–	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Rhodobryum roseum	20	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Rhytidiadelphus squarrosus	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
R. triquetrus	10	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Scorpidium scorpioides	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Sphagnum	55	2	–	–	–	–	–	–	–	–	95	4
S. acutifolium	–	–	–	–	–	–	10	–	–	–	90	3
S. angustifolium	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
S. centrale	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
S. cuspidatum	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
S. fuscum	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
S. girgenshonii	20	1	–	–	–	–	–	–	–	–	40	1
S. jensenii	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
S. lindbergii	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
S. magellanicum	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	5	–
S. papillosum	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
S. russowii	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
S. squarrosum	20	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
S. warnstorfii	10	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
S. sp.	10	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Levermoser.												
Lophocolea heterophylla	–	–	35	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Lophozia barbata	–	–	100	3	25	–	100	1	–	–	–	–
L. lycopodioides	–	–	30	–	40	–	–	–	–	–	–	–
L. sp.	40	–	100	3	10	–	30	–	–	–	20	–

Calluna-sumpskog		Equisetum-sumpskog		Carex globularis-myr		Sphagnum fuscum-myr		Carex rostrata-myr		Carex lasiocarpa-myr		Scirpus-myr		Eriophorum-myr		Shagnum cuspidatum-myr	
F%	D	F%	D	F%	D	F%	D	F%	D	F%	D	F%	D	F%	D	F%	D
–	–	75	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	5	–	–	–	–	–	–	–
10	–	–	–	–	–	75	2	–	–	15	–	–	–	40	–	–	–
–	–	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
50	–	20	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
10	–	–	–	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	30	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	20	–	–	–	–	–	–	–
–	–	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	15	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	40	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	45	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
100	1	40	–	20	–	100	2	–	–	10	–	–	–	45	1	–	–
20	–	10	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
50	–	–	–	–	–	35	–	–	–	15	–	–	–	20	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	10	–	–	–	–	–	–	–
100	5	–	–	40	1	100	4	100	4	80	4	100	5	100	5	100	5
100	5	40	1	60	2	60	1	–	–	15	–	100	5	100	4	–	–
–	–	60	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	20	–	–	–	–	–	–	–
–	–	20	1	–	–	–	–	–	–	20	1	–	–	–	–	100	5
–	–	–	–	–	–	100	3	–	–	15	–	–	–	5	–	–	–
–	–	30	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	20	1	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	100	4	–	–	40	–	–	–	–	–
15	–	–	–	20	–	–	–	–	–	25	–	–	–	55	2	15	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	10	–	–	–
15	–	–	–	15	–	20	–	–	–	35	1	–	–	40	1	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	60	1	–	–	–	–	–	–	20	1	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	85	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
50	–	–	–	25	–	40	–	–	–	5	–	–	–	30	–	–	–

	Dryopteris-type		Myrtillus-type		Calluna-type		Cal.-Myrtillus-type		Empetrum-type		Vaccinium-sumpskog	
	F%	D	F%	D	F%	D	F%	D	F%	D	F%	D
Marchantia polymorpha	30	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Plagiochila aspleniodes	–	–	–	–	5	–	–	–	–	–	–	–
Ptilidium ciliare	–	–	30	1	25	–	10	–	–	–	–	–
Scapania hyperborea	–	–	5	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Laver	–	–	90	1	100	3	100	4	100	4	25	–
Cetraria crispa	–	–	–	–	25	–	–	–	–	–	–	–
C. hiascens	–	–	–	–	–	–	–	–	15	–	–	–
C. islandica	–	–	5	–	35	–	100	1	100	2	25	–
C. nivalis	–	–	–	–	–	–	–	–	100	1	–	–
Cladonia alpestris	–	–	–	–	10	–	80	2	100	2	–	–
C. bellidiflora	–	–	20	–	10	–	–	–	–	–	–	–
C. cornuta	–	–	5	–	–	–	–	–	10	–	–	–
C. crispata	–	–	–	–	–	–	5	–	–	–	–	–
C. deformis	–	–	35	–	10	–	35	–	15	–	–	–
C. gracilis	–	–	10	–	–	–	–	–	5	–	–	–
C. pyxidata	–	–	75	–	45	–	35	–	–	–	–	–
C. rangiferina	–	–	5	–	100	2	100	4	75	1	15	–
C. silvatica	–	–	45	1	100	3	100	2	75	1	20	–
C. squamosa	–	–	65	–	10	–	50	–	–	–	–	–
C. uncialis	–	–	–	–	10	–	30	–	–	–	–	–
Parmelia physodes	–	–	–	–	20	–	–	–	–	–	–	–

Calluna-sumpskog		Equisetum-sumpskog		Carex globularis-myr		Sphagnum fuscum-myr		Carex rostrata-myr		Carex lasiocarpa-myr		Scirpus-myr		Eriophorum-myr		Sphagnum cuspidatum-myr	
F%	D	F%	D	F%	D	F%	D	F%	D	F%	D	F%	D	F%	D	F%	D
–	–	10	–	–	–			–	–	–	–	–	–	–		–	–
–	–		–	–	–		–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–			–	55	1	–	–	–	–	10	–	–	–	55	1	–	–
–	–		–	–	–	–	–	–	–	–	–		–	–	–	–	–
55	1	–	–	75	2	–	–	–	–	5	–	5	–	35	1	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–	–	–		–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–	–	–
50	1	–	–	65	1	–	–	–	–	–	–	–	–	35	1	–	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
5	–	–	–	35	1	–		–	–	–	–	–	–	15	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	10	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
35	–		–	60	2	–	–	–	–	–	–	–	–	.	–	–	–
5	–	–	–	–	–	45	2	–	–	5	–	5	–	10	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Dryopteris – type

Myrtillus – type

Calluna – type

Call. Myrtill.-type

Empetrum-type

Vaccinium-sumpskog

Calluna-sumpskog

Equisetum-sumpskog

Carex globul.- myr

Sphagn. fuscum-myr

Carex rostrata-myr

Carex lasiocarpa-myr

Scirpus -myr

Eriophorum -myr

Sphagn. euspid.-myr

Fjell i dagen

Vatn

Vass-sig, bekk, gröft

Sti

Skoggrense

Tregrense

Forsöksflate

N

F 179

F 240

F 180

F 178

F 182

F 160

Varde tj.

ULVBUA

ULVSJÖEN

645

ULVÅA

100 m 50 0 100 200 300 400 500 m.

VEGETASJONSKART
OVER
ULVSJÖBERGET
FORSÖKSOMRÅDET
TRYSIL HERRED HEDMARK FYLKE

EILIF DAHL OG ELIAS MORK

Om sambandet mellom temperatur, ånding og vekst hos gran (*Picea abies* (L.) Karst.)

*On the Relationships between Temperature, Respiration and Growth in Norway Spruce (*Picea abies *(L.) Karst.)*

Om sambandet mellom temperatur, ånding og vekst hos gran.

I et tidligere arbeide har en av oss (Mork 1941) gjort rede for undersøkelser over granens toppskuddtilvekst i Hirkjølen forsøksområde i Øst-Norge. De viktigste resultater kan sammenfattes slik:

1. Det er en merkbar variasjon i strekningsveksten i løpet av døgnet. Sterkest er strekningstilveksten om natten og det er en tydelig vekststans mellom kl. 6 og 12 på formiddagen.
2. Det er mulig å skille ut tre forskjellige vekstfaser i løpet av vekstsesongen. De tre vekstfaser er:
   a. Første vekstfase med en merkbar økning av veksten som funksjon av tiden. Første vekstfase omfatter 20 % av veksten.
   b. Annen vekstfase med optimal vekst og hvor veksten ikke varierer nevneverdig som funksjon av tiden. Annen vekstfase omfatter ca. 60 % av den totale årlige lengdevekst.
   c. Tredje vekstfase hvor veksten avtar med tiden. Tredje vekstfase omfatter de resterende 20 % av den årlige lengdevekst.
3. I løpet av annen vekstfase er lengdeveksten en funksjon av temperaturen. Korrelasjonskoeffisienten mellom lengdeveksten og middeltemperaturen for de 6 varmeste timer av døgnet er $0{,}90 \pm 0{,}006$. Regresjonskurven er ikke lineær, men er krummet oppover.

Spørsmålet er nu hvilken fysiologisk mekanisme det er som bevirker sambandet mellom temperatur og vekst i løpet av annen vekstfase. Det er i økologien aksiomatisk at når en ytre faktor virker inn på veksten eller utviklingen av en plante så virker den inn gjennom en eller annen fysiologisk mekanisme. Å forklare en vekstreaksjon består ofte i å påvise hvilken fysiologisk mekanisme det er som er ansvarlig for reaksjonen.

Hirkjølen forsøksområde er et typisk fjellskogområde. Det er god jord og neppe noen stor mangel på næringsstoffer som plantene trenger til sin vekst. Det er god tilgang på vann bortsett fra de tørreste lokaliteter. Det er derfor neppe sannsynlig at vannmangel skulle være ansvarlig for sambandet mellem temperatur og vekst, spesielt da man i så fall skulle

vente en negativ korrelasjon idet den sterkeste fordampning skjer på de varmeste dager. Det er heller ikke sannsynlig at mangel på assimilater skulle begrense veksten idet natten er kort og forbruket av assimilater ved ånding lavt på grunn av den lave temperatur. Dette spørsmål skal vi komme tilbake til siden. Det er da mer sannsynlig at temperaturen på et eller annet vis direkte påvirker veksten. Følgende overveielser gir grunnlag for en arbeidshypotese for hvordan temperaturen virker inn på veksten, og hypotesen kan prøves på det foreliggende materiale.

All vekst krever arbeide. Det kreves energi til å bygge opp nytt cellevev. Ved åndingen dannes det energirike forbindelser, særlig fosforforbindelser, som brukes ved oppbygging av cellevegger og cytoplasma. Det er også på det rene at volumøkningen av cellene ved opptak av vann på et eller annet vis, direkte eller indirekte, er forbundet med åndingen (respirasjonen). En lang rekke enzymgifter som forstyrrer åndingen stanser også veksten. Gifter som cyanid (Bonner 1936) og azid (Hackett and Thimann 1953) nedsetter respirasjon og vekst noenlunde proporsjonalt. Andre enzymgifter nedsetter veksten sterkere enn åndingen, noen av dem som fluorid og 2–4 dinitrofenol har liten virkning på surstoffforbruket ved konsentrasjoner som nedsetter veksten merkbart (Thimann 1951, Bonner 1949). Enkelte observasjoner tyder på at energirike fosforforbindelser som dannes ved åndingen også spiller en rolle ved vannopptaket (Bonner, Bandurski and Millerd 1953). Det er imidlertid tvilsomt om selve vannopptaket er noen energikrevende prosess (se diskusjon hos Reinert 1957), og mekanismen for hvordan åndingen virker inn på veksten er ennu ikke klarlagt. Det er her tilstrekkelig at åndingen er en nødvendig forutsetning for vekst.

Åndingen er en funksjon av temperaturen. Ved lave temperaturer øker åndingen med økende temperatur etter en krum kurve med krumningen rettet oppover (se fig. 1), inntil økningen stopper ved optimaltemperaturen. Kjenner vi respirasjonskurven for en plante som funksjon av temperaturen og temperaturforløpet i døgnet kan man skaffe relative tall for den respirasjonsmengde som temperaturen betinger i løpet av døgnet. Er temperaturen lav blir også åndingen lav med derav følgende lav energileveranse til veksten. Hvis energitilførselen stanser opp må også veksten stanse. Hvis energiforsyningen fra åndingen til veksten er en minimumsfaktor skal man vente et samband mellom temperatur, ånding og vekst. Det er da også rimelig at sambandet mellem temperatur og vekst blir krumlinjet idet åndingen er en krumlinjet funksjon av temperaturen.

For å beregne den respirasjonsmengde som temperaturen betinger i løpet av et døgn må man kjenne respirasjonen som funksjon av tempe-

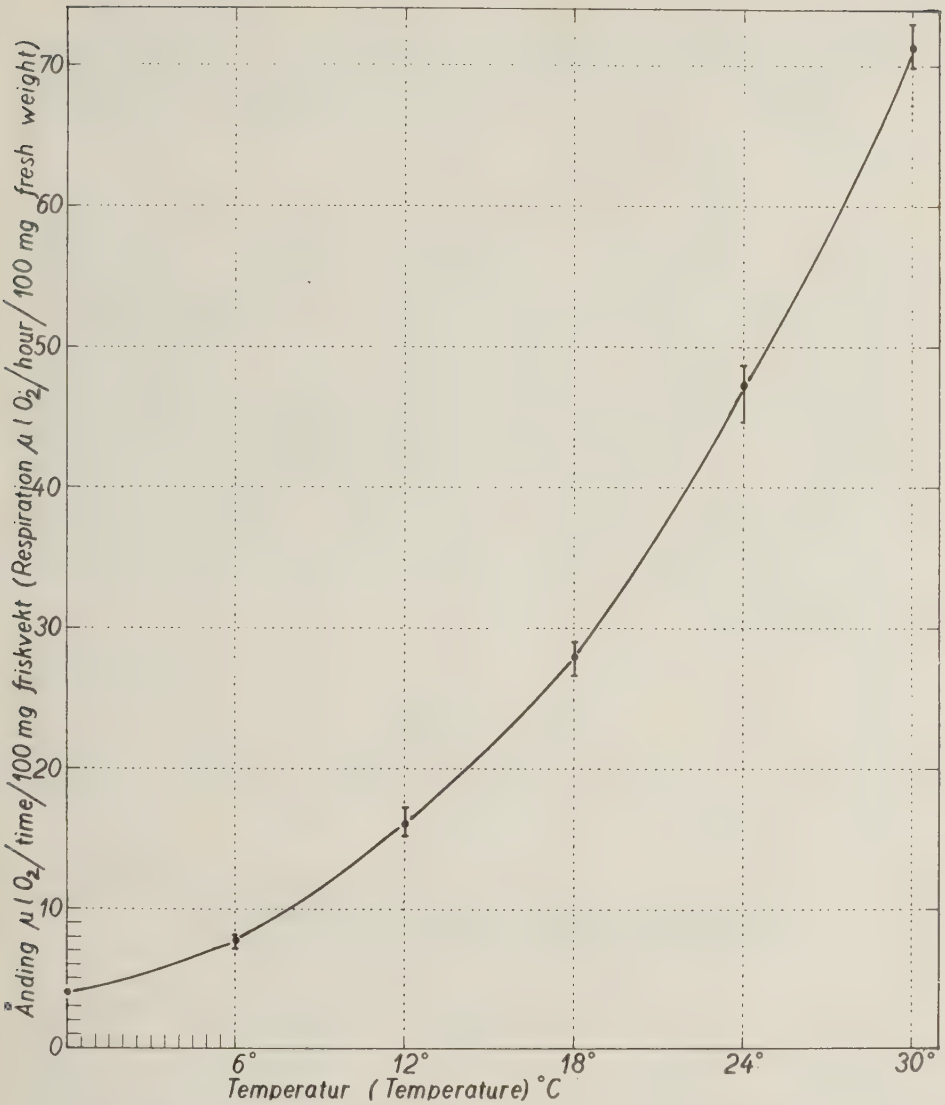

Fig. 1. Sambandet mellom temperatur og ånding hos voksende skudd av gran. Videre forklaring i teksten.
The relation between respiration and temperature in growing shoots of spruce. Further explanation in text.

raturen. Den 15. juni 1958 ble friskt materiale av gran med voksende årsskudd samlet inn på Holmenkollen like ved Oslo og brakt til laboratoriet. Mest mulig like årsskudd ble skåret av og plasert i Warburg-kar ved 0, 6, 12, 18, 26 og 30°C, fire paralleller ved hver temperatur og respirasjonen (surstoff-forbruket) målt. Til å begynne med foretok vi observasjoner hver halvtime, senere med større mellomrum i løpet av 18

timer. Surstoff-forbruket er regnet ut i mikroliter 0_2/time/100 mg friskvekt. Professor Ålvik, Botanisk Institutt, Universitet i Oslo stilte vennligst den nødvendige apparatur til disposisjon og vi er universitetsstipendiat Bjørnseth og cand. mag. Songe stor takk skyldig for hjelp ved målingene.

Fig. 1 gir respirasjonen som funksjon av temperaturen i løpet av de første 4–4½ timer. Variasjonsbredden for parallellene er avsatt med middelverdiene og en grafisk utjevnet kurve. I tabell 1 er disse verdier sammenliknet med data over respirasjon av gran etter Pisek und Winkler (1958) og dessuten, for sammenlikningens skyld, med data for spirende erter basert på Kuypers data (1910). Respirasjonen ved 10° C er tatt som standard lik 1. Det sees av tabell 1 at respirasjonsverdiene for prøver av gran fra forskjellige lokaliteter og til forskjellig årstid er temmelig like, d. v. s. at vår respirasjonskurve for gran har generell gyldighet. Det vil også fremgå at respirasjonsverdiene for gran ikke skiller seg meget fra dem en finner for spirende erter bortsett fra verdiene ved høy temperatur. Det er vel kjent at ulike planter har forskjellige optimumstemperatur for åndingen.

Undersøker vi nu hvordan åndingen varierer med tiden under eksperimentet finner vi at åndingen ved 0°, 6° og 12° C holder seg uforandret i løpet av 17 timer. Ved 18° C viser kurven en fallende tendens så åndingen etter 17 timer er 65 % av åndingen i løpet av de første timene. Ved 30° C faller åndingsintensiteten i løpet av 6 timer til 67 % av den opprinnelige verdi og senere til 50 % i løpet av 18 timer.

Tabell 1. Relative åndingsintensiteter for gran (*Picea abies*) idet åndingen ved 10° C er satt lik 1,00. Til sammenlikning også data for spirende erter.

Relative respiration in spruce as a function of temperature. The respiration at 10° C is taken as a standard equal to 1.00. Data for sprouting peas are given in comparison.

Temperatur. °C *Temperature. °C*	Voksende årsskudd. Egne data. *Growing shoots. Own observations*	Grener (etter Pisek und Winkler 1958). *Twigs (after Pisek und Winkler 1958).*				Spirende erter (etter Kuyper 1910). *Sprouting peas (after Kuyper 1910)*
		Patscherkofel 1840 m		Innsbruck 600 m		
		Sommer *Summer*	Vinter *Winter*	Sommer *Summer*	Vinter *Winter*	
0	0,32	0,31	0,23	0,31	0,23	0,35
5	0,53	0,55	0,48	0,57	0,54	0,49
10	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
15	1,69	1,75	1,62	1,56	1,82	1,64
20	2,61	2,65	2,56	2,40	2,65	2,62
25	4,03	4,10	4,20	3,85	4,25	4,29
30	5,63			5,65		6,43

Skuddene ble holdt i mørke under hele observasjonsperioden. Det var tilstrekkelig respirasjonsmateriale i skuddene til å vedlikeholde en høy ånding i 17 timer ved 18° C. Det er derfor usannsynlig at skuddene mangler respirasjonsmateriale under naturlige betingelser i Hirkjølen i sommertiden idet natten er kort og nattetemperaturer over 18°C er sjeldne.

For hvert døgn i observasjonsperiodene somrene 1935, 1937 og 1940 ble den størrelse vi kaller respirasjonsekvivalenten (Re) regnet ut. Respirasjonsekvivalenten er et mål for respirasjonsmengden i løpet av døgnet. Den kan bestemmes når temperaturforløpet i døgnet og respirasjonen som funksjon av temperaturen er kjent. Hver temperatur tillegges en vekt som er tatt fra respirasjonskurven og de veiete temperaturer summeres over døgnet. Fra termografkurvene ble timetallene for temperaturer i intervallene 0–2, 2–4, 4–6, 6–7, 7–9, 9–11, 11–13, 13–15, 15–17, 17–19, 19–21, 21–23, 23–25, 25–27 og 27–29° C bestemt. Disse timetall ble multiplisert med de tilhørende vekter fra respirasjonskurven og de derved fremkomne tall summert. Enheten er da den respirasjon som 1 time ved 10°C betinger. Satt i matematisk form kan respirasjonsekvivalenten uttrykkes slik:

$$Re = \int T R_T \, dt$$

hvor t er tiden, T er temperaturen som er en funksjon av tiden og R_T er den relative respirasjon ved temperaturen T idet respirasjonen ved 10° C settes lik 1.

Respirasjonsekvivalenten er en størrelse som er beslektet med varmesummen. Ved beregning av respirasjonsekvivalenter gir man imidlertid de høye temperaturer en relativt større vekt enn man gjør når man beregner varmesummer.

Hvis vår arbeidshypotese at det er åndingen som begrenser veksten er riktig, da skal man vente en lineær sammenheng mellom respirasjonsekvivalent og vekst. Fig. 2 gir en grafisk fremstilling av denne sammenheng på grunnlag av observasjonene i løpet av den annen vekstfase i årene 1935, 1937 og 1940. Langs abscissen er avsatt respirasjonsekvivalenten og langs ordinaten veksten i prosent av den totale lengdevekst i løpet av vedkommende år. I det ovenfor refererte arbeid (Mork 1941) er grensene for vekstfasene skjønnsmessig satt ved 20 og 80 % av den totale vekst. Ved bearbeidelsen fant vi påfallende lave verdier for veksten for de tre siste dager av observasjonssesongen 1937 (dagene 10., 11. og 12. juli) og for den første dag i observasjonssesongen 1940 (25. juni). Disse observasjoner er utelatt idet vi antar at 2. vekstfase disse år har vært kortere enn antatt.

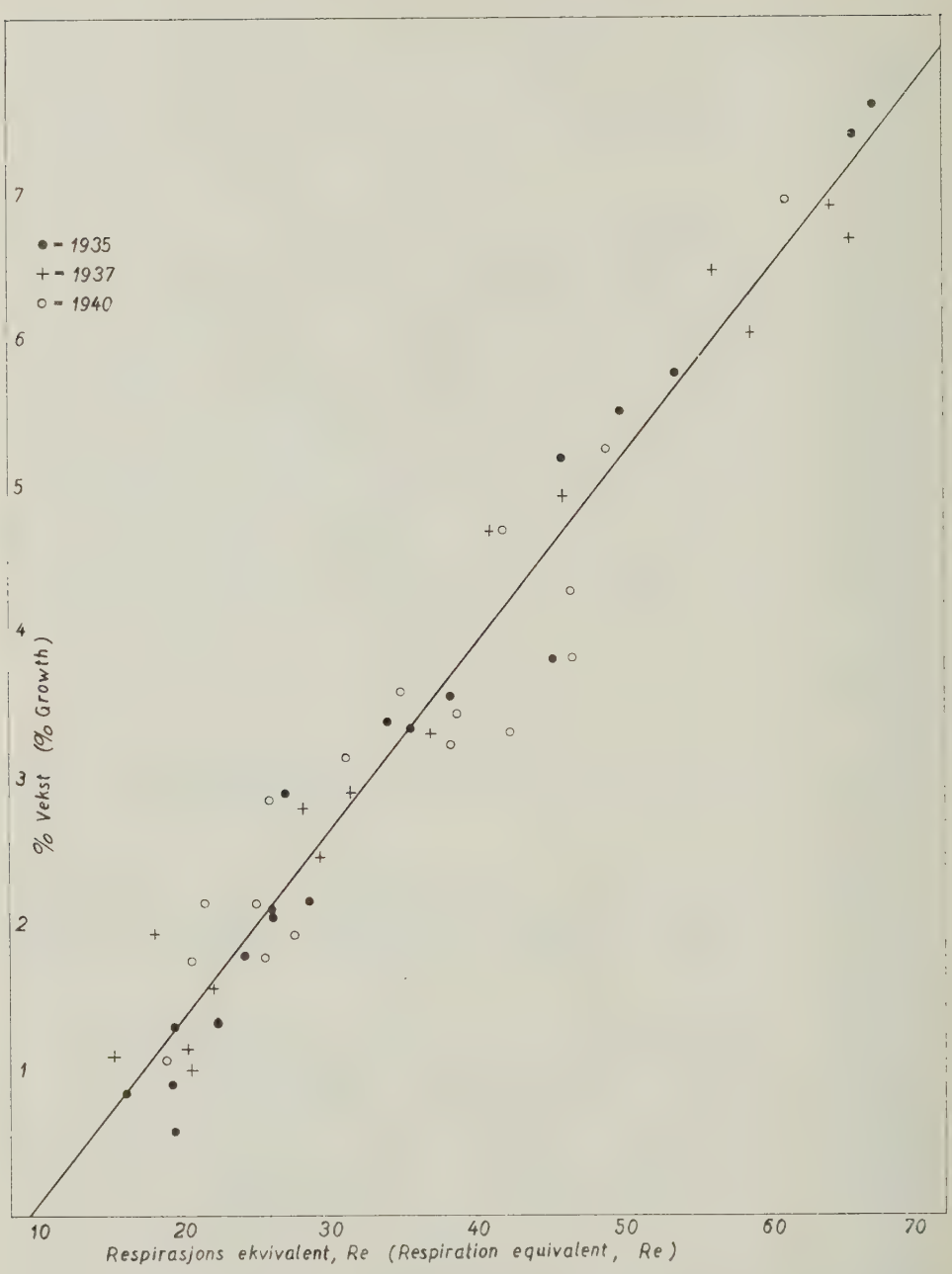

Fig. 2. Sambandet mellom den daglige vekst av gran i løpet av annen vekstfase i Hirkjølen og respirasjonsekvivalenten (*Re*). Videre forklaring i teksten.
The relation between daily growth of spruce during the second phase of growth in the Hirkjølen Experimental Forest and the respiration equivalent (Re). Further explanation in text.

Det fremgår av fig. 2 at det er en meget god sammenheng mellom respirasjonsekvivalent og vekst og at sammenhengen så langt man kan slutte av materialet er lineær. Korrelasjonskoeffisienten for hele materialet på 50 observasjoner er 0,978. Denne verdi er signifikant større enn den tidligere funne for sambandet mellom vekst og middeltemperaturen for de 6 varmeste timer av døgnet. For de enkelte år finner vi: 1935, $r =$ 0,988 (18 observasjoner); 1937, $r = 0{,}982$ (15 observasjoner) og 1940, $r = 0{,}952$ (17 observasjoner).

Regresjonsligningen for sammenheng mellem % vekst (y) og respirasjonsekvivalent (Re) for hele materialet blir

$$y = 0{,}127\ Re - 1{,}19$$

Regresjonslinjen skjærer Re-aksen ved Re lik 9,41. Ved en respirasjonsekvivalent på 9,41 blir det således ingen vekst. Dette kan tolkes slik at en viss grunnrespirasjon må til før det blir vekst i det hele tatt.

På grunnlag av de funne korrelasjoner kan vi trekke følgende slutning:

Granens daglige lengdevekst i Hirkjølens forsøksområde under annen vekstfase er proporsjonal med åndingen når vi ser bort fra en viss grunnånding.

Av dette kan vi igjen slutte:

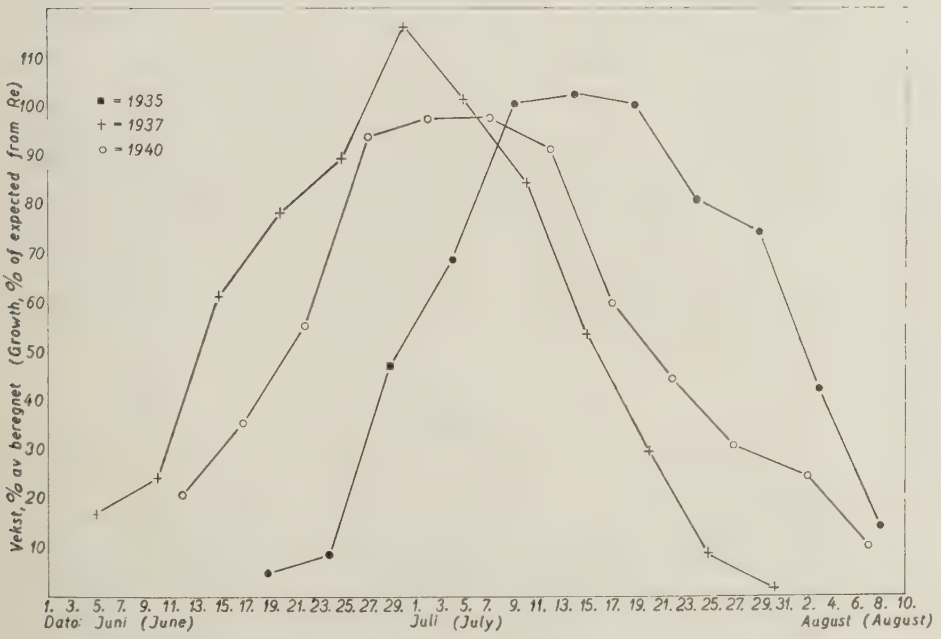

Fig. 3. Granens lengdetilvekst i Hirkjølen forsøksområde i løpet av vekstsesongen, når temperaturens virkning på veksten er eliminert. Videre forklaring i teksten.

Growth of spruce, corrected for the effect of temperature on daily growth, as a function of time in the Hirkjølen Experimental Forest. Further explanation in text.

Granens daglige lengdevekst i Hirkjølen forsøksområde under annen vekstfase er begrenset av åndingen eller av en faktor nær korrellert med åndingen.

Det fremgikk av tabell 1 at det var liten forskjell i respirasjonskurvens form for gran og spirende erter ved suboptimale temperaturer og åndingskurvens form er et uttrykk for en generell lovmessighet. Vi har også regnet ut respirasjonsekvivalenter basert på kurven for respirasjonen av spirende erter som funksjon av temperaturen etter KUYPERS data (1910) i stedet for respirasjonskurven for gran, og har funnet korrelasjoner som bare er ubetydelig lavere enn de som er gitt ovenfor. Vi anser det sannsynlig at respirasjonsekvivalenten vil vise seg å være en nyttig størrelse ved bedømmelse av mange problemer som vedrører planters nord- og høydegrenser.

Til slutt skal vi bruke den sammenheng vi har funnet mellom ånding, vekst og temperatur til å eliminere temperaturens innflytelse på veksten for derved å få et klarere bilde av vekstkurvens forløp i løpet av vekstsesongen. Dette er gjort på følgende måte: For femdagersperioder har vi beregnet respirasjonsekvivalenten og den dertil hørende forventede vekst. Så har vi tatt den observerte vekst i prosent av den forventede. Fig. 3 gir en grafisk fremstilling av resultatet. På kurvene kan vi skille ut tre vekstfaser. I løpet av den første tid stiger veksten som funksjon av temperaturen (1. vekstfase). Deretter har kurven et flatt forløp som trer klart frem på kurvene for 1935 og 1940. Det ujevne forløp som kurven for 1937 viser i slutten av juni skyldes sannsynligvis usedvanlig kaldt vær med liten vekst og derav følgende stor feil i bestemmelsen av % vekst. Det flate parti på vekstkurven markerer annen vekstfase. Tilslutt avtar veksten som funksjon av tiden, det er tredje vekstfase. Vi ser at fasene inntrer og avsluttes til forskjellige tider i de tre år. Ved denne fremgangsmåte er det mulig å bestemme tidspunktene for fasenes inntreden og avslutning mer presist enn det hadde vært mulig på annen måte. Dette er av betydning når man skal studere de faktorer som er av betydning for vekstfasenes begynnelse og avslutning.

Litteratur.

BONNER, J. (1936): The Growth and Respiration of the Avena Coleoptile. Journ. Gen. Physiology 20 (1—11).

— (1949): Limiting Factors and Growth Inhibitors in the Growth of the Avena Coleoptile. Am. Journ. of Bot. 36 (323–332).

— R. S. BANDURSKI and A. MILLERD (1953): Linkage of Respiration to Auxin-Induced Water Uptake. Physiol. Plantarum 6 (511–522).

HACKETT, D. P. and K. V. THIMANN (1953): The Nature of the Auxin-Induced Wåter Uptake by Potato Tissue. II. The Relation between Respiration and Water Absorption. Am. Journ. of Bot. 40 (183–188).

KUYPER, J. (1910): The Influence of Temperature on the Respiration of the higher Plants. Koninklijke Akad. van Wetenschappen te Amsterdam. Proc. of the Section of Sciences. 12 (219–227).

Mork, E. (1941): Om sambandet mellom temperatur og vekst. Medd. fra Det norske Skogforsøksvesen 8 (1–89).
Pisek, A. und E. Winkler (1958): Assimilationsvermögen und Respiration der Fichte (Picea excelsa Link.) in verschiedener Höhenlage und der Zirbe (Pinus cembra L.) an der alpinen Waldgrenze. Planta 51 (518–543).
Reinert, J. (1957): 18. Wachstum. Fortschr. der Bot. 19 (343–355).
Thimann, K. V. (1951): Studies on the Physiology of Cell Enlargement. Growth 10 (5–20).

Summary.

In 1941 Mork reported the following results of measurements of the elongation of the apical shoots of spruce in the Hirkjølen Experimental Forest, a subalpine forest area in Eastern Norway:

1. A distinct daily rythm in shoot elongation is discernible. Maximum growth takes place at night, whereas growth stops or decreases between 6 and 12 p. m.
2. Three growth phases can be recognized during the growth season:
   a. The first phase during which growth increases as a function of time. About 20 % of the total annual growth takes place during this phase.
   b. The second phase, comprising about 60 % of the total annual growth, when growth is optimal and constant as a function of time.
   c. The third phase during which the remaining 20 % of the total annual growth takes place. During this phase growth decreases with time.
3. During the second phase daily shoot elongation is correlated with temperature. A correlation of 0.90 ± 0.006 between daily shoot elongation and mean temperature of the 6 warmest hours of the day was found.

The present paper discusses the physiological mechanism responsible for the correlation during the second growth phase. It is axiomatic that a growth response to the influence of an external factor must be mediated by some physiological mechanism. To explain a growth reaction often means to point out the physiological mechanism responsible for the reaction.

It seems unlikely that the correlation is due to soil factors such as mineral nutrition or availability of water, or that lack of assimilates plays any part. It seems more likely that we are faced with a direct effect of temperature on growth. The following considerations form the basis of a working hypothesis which may be tested by the observations.

All growth requires expenditure of energy. Energy is needed to build up new cell walls and cytoplasm. The energy is supplied by the process

of respiration. There is ample evidence that cell enlargement by water uptake is linked to respiration, although water uptake in itself not necessarily requires energy (Reinert 1957). Growth in higher plants stops under anaerobic conditions and certain enzyme inhibitors, such as cyanide (Bonner 1936) and azid (Thimann 1951) inhibit growth in proportion to respiration. Other enzyme inhibitors, such as fluoride and 2—4 dinitrophenole inhibit growth more than respiration (Bonner 1949, Thimann 1951). Energy-rich phosphate compounds may play a role in water uptake (Bonner, Bandurski and Millerd 1953). Thus the hypothesis is advanced that energy supply by respiration constitutes the limiting factor of growth.

The daily amount of respiration is a function of temperature. Relative figures for the daily amount of respiration may be calculated from the thermograph curves, if the respiration, as a function of temperature is known. The respiration of growing shoots of spruce was determined by Warburg technique at 6 temperatures, four parallels at each temperature. The respiration during the first 4—$4^1/_2$ hours, as a function of temperature is given in figure 1. At low temperatures the respiration remained constant for 17 hours, while at 18° C the respiration decreased to 65 % of the initial figure, and at 30° C to 50 %.

In table 1 our results have been compared with those obtained by Pisek and Winkler (1958) for spruce and the data of Kuyper (1910) for sprouting peas. The respiration at 10° C is taken as a standard, equal to 1.00. It will be seen that the figures are very close, except that respiration at 30° C is higher in peas than in spruce.

During the observation periods 1935, 1937 og 1940 the daily number of hours within the ranges 0–2, 2–4, 4–6, 6–7, 7–9, 9–11, 11–13, 13–15, 15–17, 17–19, 19–21, 21–23, 23–25, 25–27 and 27–29° C was read from the thermograph curves. The figures were multiplied by the relative respiration at the appropriate temperatures taken from figure 1. The respiration at 10° C was taken as a standard equal to 1.00. The products were summed whereby a measure was found of the total daily respiration, called the respiration equivalent (*Re*) of temperature for each day. The respiration equivalent is akin to heat sums, but in the calculation of the respiration equivalent the higher temperatures are given higher weight. The respiration equivalent may be expressed in a mathemathical form:

$$Re = \int T R_T \, dt$$

where T is temperature taken as a function of time, t, and R_T is the relative respiration at the temperature T with respiration at 10° C, taken as standard equal to 1.00.

In figure 2 the daily observations of shoot elongation during the second growth phase have been plotted against the corresponding respiration equivalents. If our hypothesis that respiration limits daily growth is correct, a linear relation between daily growth and respiration would be expected. Indeed, the results confirm the hypothesis. The correlation in a total for 50 observations is 0.978, a figure significantly higher than that found between the daily growth and the mean temperature of the 6 warmest hours of the day. As far as can be judged from the data the relation is linear. The regression line is given by the equation

$$y = 0.127\ Re - 1.19$$

where y is percentage growth in terms of the total of the year and Re the respiration equivalent. The regression line cuts the Re-axis at Re equal to 9.41. This is taken as an indication that a certain basal respiration is required before growth takes place. The results may be expressed thus:

The daily shoot elongation in spruce in Hirkjølen during the second growth phase is in proportion to respiration apart from a certain basal respiration.

From this again follows:

The daily shoot elongation in spruce in Hirkjølen during the second growth phase is limited by respiration or a factor closely correlated with respiration.

The relation between growth and respiration equivalent can now be used to correct for the influence of temperature on daily growth in order to bring out the annual growth curve more clearly. The respiration equivalent was determined for five-day periods and the expected growth calculated from the regression equation. The observed growth was taken as the percentage of the expected growth and the results are given in figure 2. The three growth phases are clearly recognized. During the first phase growth increases with time. During the second phase, optimal growth, most clearly seen in the curves from 1935 and 1940, growth varies but little with time. The aberrant trend in the curve from 1937 is probably due to an unusually cold spell in the end of June with correspondingly small growth and in consequence large errors in the measurement of percentage growth. During the third phase growth decreases with time. Thus it is possible to give more exact dates for the beginning and end of the growth phases than would otherwise be possible.

Trykt hos J. Chr. Gundersen
Oslo - 1959